I. Akad. nauk

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

SAINT-PÉTERSBOURG

VIIe SÉRIE.

TOME XXXVII.

(Avec 36 planches)

SAINT-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie & J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 19 Roubl. 45 Cop. = 47 Mk. 90 Pf.

AS262
.S32

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juillet, 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimérie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostr. 9e ligne, № 12.

506.74
A33
7e ser.
t.37
1889-90
W.Stks.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXXVII.

№ 1.

Mémoire sur l'intégration des équations différentielles symétriques. Par **B. Imchenetsky.** 38 pages.

№ 2.

Ueber die Ammoneen der Artinsk-Stufe und einige mit denselben verwandte carbonische Formen. Von **A. Karpinsky.** (Mit 5 lithogr. Tafeln). 104 pages.

№ 3.

Wissenschaftliche Resultate der von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zur Erforschung des Janalandes und der Neusibirischen Inseln in den Jahren 1885 und 1886 ausgesandten Expedition. *Abtheilung I:* Die paläozoischen Versteinerungen der Neusibirischen Insel Kotelny. Von **Baron Eduard v. Toll.** (Mit 5 Tafeln). 56 pages.

№ 4.

Neue Form magnetischer Variationsinstrumente und zugehörender photographischer Registrir-Apparate mit Scalenablesung. Von **H. Wild.** (Mit 12 Holzschnitten im Text und einer Tafel). 50 pages.

№ 5.

Wissenschaftliche Resultate der von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zur Erforschung des Janalandes und der Neusibirischen Inseln in den Jahren 1885 und 1886 ausgesandten Expedition. *Abtheilung II:* Tertiäre Pflanzen der Insel Neusibirien. Von **J. Schmalhausen.** Mit einer Einleitung von **Baron E. v. Toll.** (Mit 2 Tafeln). 22 pages.

№ 6.

Nadel-Inclinatorium modificirter Construction. Von **H. Wild.** (Mit 3 Tafeln). 28 pages.

№ 7.

Die Pockenkrankheit der Tabakspflanze. Von **Dm. Iwanowsky** und **W. Poloftzoff.** (Mit 3 Tafeln). 24 pages.

№ 8.

Syrisch-Nestorianische Grabinschriften aus Semirjetschie. Herausgegeben und erklärt von **D. Chwolson.** Nebst einer Beilage: Über das türkische Sprachmaterial dieser Grabinschriften vom Akademiker Dr. **W. Radloff.** (Mit drei phototypischen Tafeln und einer ebensolchen, von Prof. Dr. **Julius Euting** ausgearbeiteten Schrifttafel.) 168 pages.

№ 9.

Mémoire sur la transformation des séries peu convergentes en séries très convergentes. Par **André Markoff.** 18 pages.

№ 10.

Ueber das Gesetz der Veränderlichkeit der Winde. Von **A. Gadolin.** (Mit 8 Tafeln). 90 pages.

№ 11.

Recherches d'histogénie végétale. Développement des tissus dans les organes végétatifs des Cryptogames Vasculaires. Par **M. Georges Poirault.** (Avec 5 planches). 26 pages.

№ 12.

Ueber die Abhängigkeit der Wärmeleitungsfähigkeit von der Temperatur. Von **O. Chwolson.** 38 pages.

№ 13 ET DERNIER.

Beiträge zur Craniologie der Ainos auf Sachalin. Von Dr. **A. Tarenetzky.** 56 pages.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 1.

MÉMOIRE

SUR

L'INTÉGRATION DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES

SYMÉTRIQUES

PAR

B. Imchenetsky.

(Lu le 14 février 1889.)

209578
AUG 15 1890

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg: M. Eggers & Cie et J. Glasounof; à Riga: M. N. Kymmel; à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).
Prix: 60 Kop = 1 Mrk. 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Mai 1889. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Définition des équations différentielles symétriques.

1. Considérons un système d'équations différentielles de la forme

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i, \ (i = 1, 2, \ldots, n) \tag{1}$$

où des fonctions données X_i des $n+1$ variables $t, x_1, \ldots, x_n$ sont soumises aux conditions suivantes. Soient h, k, i des indices différents pris dans la suite des nombres $1, 2, \ldots, n$; (X_h), (X_k), (X_i) designent, pour abréger, ce que deviennent respectivement X_h, X_k, X_i quand on y échange entre elles les lettres x_h et x_k.

Cela posé, supposons que les égalités

$$(X_h) = X_k, \ (X_k) = X_h, \ (X_i) = X_i \tag{2}$$

soient verifiées, pour toutes les valeurs différentes des indices h, k, i non superieurs à n. Il est facile de voir qu'en vertu des conditions (2) le système d'équations (1) reste toujours le même, quand on y fait une transposition de deux variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ quelconques. En effet, par la transposition des variables x_h et x_k, par exemple, les équations

$$\frac{dx_h}{dt} = X_h \quad \text{et} \quad \frac{dx_k}{dt} = X_k$$

s'échangent l'une contre l'autre, les autres équations du système (1) n'éprouvant aucun changement, en vertu des conditions (2).

Si la variable t n'entre pas dans les fonctions X_i, vérifiant les conditions (2), le système

$$\frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n} \tag{3}$$

aura la même propriété que le système (1), par rapport aux transpositions de toutes les variables.

La propriété, qu'on vient de décrire, des systèmes (1) ou (3), vérifiant les conditions (2), suffit, il nous semble, pour les désigner sous le nom *d'équations différentielles symétriques*; le choix de cette dénomination sera justifié encore d'avantage par le role important qu'ont dans la théorie de leurs intégrations les proprietés des fonctions symétriques, comme nous nous proposons de le demontrer dans ce qui suit.

Propriété caractéristique des intégrales des équations symétriques.

2. Si

$$\varphi(t, x_1, \ldots, x_h, \ldots, x_k, \ldots x_n) = Const.$$

est une intégrale des équations symétriques (1), la fonction φ satisfait identiquement à l'équation aux derivées partielles

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \frac{\partial\varphi}{\partial x_1} X_1 + \ldots + \frac{\partial\varphi}{\partial x_h} X_h + \ldots + \frac{\partial\varphi}{\partial x_k} X_k + \ldots + \frac{\partial\varphi}{\partial x_n} X_n = 0.$$

En faisant la remarque que la dernière identité ne cesse d'exister quand on y fait la transposition des variables quelconques x_h et x_k, on aura

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial t}\right) + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_1}\right)(X_1) + \ldots + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_h}\right)(X_h) + \ldots + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_k}\right)(X_k) + \ldots + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_n}\right)(X_n) = 0,$$

si l'on continue, comme si-dessus, de mettre entre parenthèses les fonctions où on suppose la transposition des lettres x_h et x_k. D'après cette convention (φ) representera la fonction intégrale φ après la même transposition et nous aurons

$$\frac{\partial(\varphi)}{\partial t} = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial t}\right), \quad \frac{\partial(\varphi)}{\partial x_h} = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_k}\right), \quad \frac{\partial(\varphi)}{\partial x_k} = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_h}\right)$$

et généralement

$$\frac{\partial(\varphi)}{\partial x_i} = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_i}\right), \tag{4}$$

h, k, i étant des indices différents non superieurs à n.

A cause de ces dernières égalités et des conditions (2) l'indentité précédente peut se mettre sous la forme

$$\frac{\partial(\varphi)}{\partial t} + \frac{\partial(\varphi)}{\partial x_1} X_1 + \ldots + \frac{\partial(\varphi)}{\partial x_k} X_k + \ldots + \frac{\partial(\varphi)}{\partial x_h} X_h + \ldots + \frac{\partial(\varphi)}{\partial x_n} X_n = 0$$

et elle montre, que

$$(\varphi) = Const.$$

est une intégrale des équations symétriques (1).

Si, donc, on fait toutes les transpositions possibles des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ dans l'intégrale quelconque $\varphi = Const.$ des équations symétriques (1), les resultats ainsi obtenus seront aussi des intégrales de ces équations.

Mais au moyen des transpositions successives on peut toujours obtenir toutes les permutations possibles de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$, dont le nombre $N = 1.2 \ldots n$. Si on designe par $A_1, A_2, \ldots, A_N$ toutes les permutations différentes, les valeurs correspondantes de la fonction intégrale φ pourront être exprimées par

$$\varphi(t, A_1),\ \varphi(t, A_2), \ldots,\ \varphi(t, A_N).$$

Il ne peut y avoir parmi ces N fonctions intégrales qu'un certain nombre μ, non superieur à n, dont les valeurs sont différentes. Soient

$$\varphi(t, A_1),\ \varphi(t, A_{i_1}),\ \varphi(t, A_{i_2}), \ldots,\ \varphi(t, A_{i_{\mu-1}})$$

la serie complète de différentes valeurs que peut prendre la fonction intégrale φ par toutes les transpositions des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$; alors par l'effet de ces dernières les membres de la série précédente ne feront que s'echanger entre eux.

Donc, en posant

$$\Phi(\varphi(t, A_1),\ \varphi(t, A_{i_1}), \ldots,\ \varphi(t, A_{i_{\mu-1}})) = Const.$$

on a une intégrale des équations symétriques (1) et cette intégrale sera symétrique en $x_1, x_2, \ldots, x_n$, si Φ designe une fonction symétrique par rapport à $\varphi(t, A_1), \ldots, \varphi(t, A_{i_{\mu-1}})$.

On peut, par consequent, énoncer la propriété caractéristique des intégrales des équations différentielles (1) ou (3), qui verifient les conditions (2), par la proposition suivante:

Théorème. Chaque intégrales du système d'équations symétriques (1) ou (3) s'exprime immédiatement par une fonction symétrique de $x_1, x_2, \ldots, x_n$, ou se reduit à une pareille expression par de simples transpositions de ces variables. En d'autres termes, le système complet d'intégrales d'équations différentielles symétriques (1) et (3) est toujours exprimable par des fonctions symétriques de $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

Changement des variables propre à fournir les intégrales symétriques des équations différentielles symétriques.

3. Les intégrales symétriques des équations différentielles symétriques (1) ou (3) peuvent être obtenues en introduisant des nouvelles variables s'exprimant par des fonctions symétriques en $x_1, x_2, \ldots, x_n$; car chaque intégrale des équations transformées s'exprimera alors en fonctions symétriques des variables primitives.

Nous allons considérer deux systèmes de variables qui ont l'avantage de donner la possibilité de s'appuyer sur certaines propriétes des fonctions symétriques, en effectuant la transformation des équations différentielles symétriques de forme assez générale.

En posant

$$f(x) = (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n)$$
$$= x^n + p_1 x^{n-1} + p_2 x^{n-2} + \ldots + p_n$$

on aura un système des variables symétriques définies par les équations:

$$(P) \quad \begin{cases} x_1 + x_2 + \ldots + x_n = -p_1 \\ x_1 x_2 + x_1 x_3 + \ldots + x_{n-1} x_n = p_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_1 x_2 \ldots x_n = (-1)^n p_n \end{cases}$$

par lesquelles on peut remplacer $x_1, x_2, \ldots, x_n$ dans les équations différentielles symétriques. Au même but peut servir un autre système des variables symétriques donné par les équations:

$$(S) \quad \begin{cases} x_1 + x_2 + \ldots + x_n = s_1 \\ x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2 = s_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_1^n + x_2^n + \ldots + x_n^n = s_n \end{cases}$$

Après avoir integré completement les transformées en p_i des équations différentielles symétriques (I), on peut généralement exprimer en fonctions connues de t les coéfficients de l'équation algebrique: $x^n + p_1 x^{n-1} + p_2 x^{n-2} + \ldots + p_n = 0$, qui définit alors les variables primitives x_i comme des fonctions implicites de t. Les variables p_i s'exprimant par des formules connues en s_i, la remarque precedente s'applique aussi aux équations différentielles symétriques transformées en s_i.

Introduisons encore les fonctions

$$f_i(x) = \frac{f(x)}{x - x_i} = x^{n-1} + p_1^{(i)} x^{n-2} + p_2^{(i)} x^{n-3} + \ldots + p^{(i)}{}_{n-1}, \quad (i = 1, 2, \ldots n)$$

où le coéfficient de x^{n-k}, donné par la division, est

$$p^{(i)}{}_{k-1} = x_i^{k-1} + p_1 x_i^{k-2} + p_2 x_i^{k-3} + \ldots + p_{k-2} x_i + p_{k-1}$$

et il peut aussi être exprimé comme la somme de différents produits de $n-1$ racines $x_1, x_2, \ldots, x_{i-1}, x_{i+1}, \ldots, x_n$ prises de $k-1$ à $k-1$, multipliée par $(-1)^{k-1}$.

Maintenant, en différentiant les équations (P), on aura

$$\left.\begin{array}{rrr} dx_1 + \ldots + & dx_i + \ldots + & dx_n = -dp_1, \\ p_1^{(1)}\,dx_1 + \ldots + & p_1^{(i)}\,dx_i + \ldots + & p_1^{(n)}\,dx_n = -dp_2, \\ p_1^{(2)}\,dx_1 + \ldots + & p_2^{(i)}\,dx_i + \ldots + & p_2^{(n)}\,dx_n = -dp_3, \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ p^{(1)}{}_{n-1}\,dx_1 + \ldots + & p^{(i)}{}_{n-1}\,dx_i + \ldots + & p^{(n)}{}_{n-1}\,dx_n = -dp_n. \end{array}\right\} \quad (P')$$

Ajoutons ces équations multipliées respectivement par $x_i^{n-1}, x_i^{n-2}, \ldots x_i, 1$; à cause de

$$f_i(x_1) = \ldots = f(x_{i-1}) = f(x_i) = \ldots = f(x_n) = 0$$

et

$$f_i(x_i) = f'(x_i);$$

on trouve

$$dx_i = -\frac{x_i^{n-1}\,dp_1 + x_i^{n-2}\,dp_2 + \ldots + x_i\,dp_{n-1} + dp_n}{f'(x_i)}. \quad (5)$$

Il suit de là

$$\frac{\partial x_i}{\partial p_k} = -\frac{x_i^{n-k}}{f'(x_i)} \quad (6)$$

et des équations (P′) on obtient

$$\frac{\partial p_k}{\partial x_i} = -p^{(i)}{}_{k-1} = -(x_i^{k-1} + p_1 x_i^{k-2} + \ldots + p_{k-2} x_i + p_{k-1}), \quad (7)$$

où on peut faire $k = 1, 2, \ldots n$, $i = 1, 2, \ldots n$, en posant $p_0^{(i)} = 1$.

De même, en différentiant les équations (S), on a

$$\left.\begin{array}{rrr} dx_1 + \ldots + & dx_i + \ldots + & dx_n = ds_1 \\ x_1\,dx_1 + \ldots + & x_i\,dx_i + \ldots + & x_n\,dx_n = \frac{1}{2}\,ds_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots & \\ x_1^{n-1}\,dx_1 + \ldots + & x_i^{n-1}\,dx_i + \ldots + & x_n^{n-1}\,dx_n = \frac{1}{n}\,ds_n. \end{array}\right\} \quad (S')$$

Par addition de ces équations multipliées respectivement par $p^{(i)}{}_{n-1}, p^{(i)}{}_{n-2}, \ldots, p_1^{(i)}, 1$, comme ci-dessus, on obtient

$$dx_i = \frac{\frac{1}{n}\,ds_n + \frac{p_1^{(i)}}{n-1}\,ds_{n-1} + \ldots + \frac{p^{(i)}{}_{n-2}}{2}\,ds_2 + \frac{p^{(i)}{}_{n-1}}{1}\,ds_1}{f'(x_i)}. \quad (8)$$

De la dernière formule et les équations (S') on a

$$\frac{\partial x_i}{\partial s_k} = \frac{p^{(i)}{}_{n-k}}{k f'(x_i)}, \tag{9}$$

$$\frac{\partial s_k}{\partial x_i} = k x_i^{k-1}, \quad \left\{ \begin{matrix} k \\ i \end{matrix} \right\} = 1, 2, \ldots, n. \tag{10}$$

4. Application des propriétés des fonctions symétriques au changement des variables dans les équations différentielles symétriques.

Après avoir obtenu les éxpressions (5) et (8) de $dx_1, dx_2, \ldots, dx_n$ par $dp_1, dp_2, \ldots, dp_n$ ou par $ds_1, ds_2, \ldots, ds_n$ il faut les substituer dans les équations (1) ou (3); mais, pour achever leur transformation à des nouvelles variables (P) ou (S), il resterait encore à y introduire les valeurs de $x_1, x_2, \ldots, x_n$ en fonctions explicites de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ ou de $s_1, s_2, \ldots, s_n$, ce qui est impossible, dans les cas $n > 4$, ou, quand $n \leqq 4$, amenerait des expressions compliquées des radicaux. Cela nous oblige à nous borner à de telles formes d'équations différentielles symétriques, dont la transformation mentionnée s'effectue à l'aide de certaines propriétés des fonctions symétriques, sans demander la resolution de l'équation $f(x) = 0$.

Soit φ une fonction quelconque des variables $t, x_1, \ldots, x_n$; en la différentiant on a

$$d\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} dx_1 + \ldots + \frac{\partial \varphi}{\partial x_h} dx_h + \ldots + \frac{\partial \varphi}{\partial x_k} + \ldots + \frac{\partial \varphi}{\partial x_n} dx_n$$

et, en designant de nouveau par (φ), $\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right)$, $\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_i}\right)$, les resultats de la transposition de x_h et x_k dans la fonction φ et ses derivées, on aura

$$d(\varphi) = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right) dt + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_1}\right) dx_1 + \ldots + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_k}\right) dx_h + \ldots + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_h}\right) dx_k + \ldots + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_n}\right) dx_n,$$

en vertu des égalités (4).

Si l'on suppose maintenant $\varphi = (\varphi)$, c. à d. que φ est une fonction symétrique de $x_1, x_2, \ldots, x_n$, on aura

$$d\varphi = d(\varphi),$$

et de là on conclu que, pour tous les indices différents h, k, i pris dans la suite $1, 2, \ldots, n$, on a identiquement

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_h}\right) = \frac{\partial \varphi}{\partial x_k}, \quad \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_k}\right) = \frac{\partial \varphi}{\partial x_h}, \quad \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_i}\right) = \frac{\partial \varphi}{\partial x_i}.$$

Ces égalités étant analogues à (2) on voit que le système d'équations différentielles de la forme

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial \varphi}{\partial x_i}, \quad (i = 1, 2, \ldots, n) \tag{A}$$

est symétrique, si la fonction donnée φ elle même est symétrique par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

Nous supposerons de plus que u, v, w,... étant des fonctions rationelles et symétriques de x_1, x_2,... x_n, φ est une fonction quelconque de t, u, v, w,... Cela posé, nous allons nous occuper de la transformation des équations (A) en y introduisant les variables s_1, s_2,... s_n au lieu de x_1, x_2,... x_n.

On peut écrire les equations (S′) comme il suit

$$\frac{ds_k}{dt} = k \sum_{i=1}^{n} x_i^{k-1} \frac{dx_i}{dt}, \quad (k = 1, 2, \ldots n)$$

et en y portant les valeurs de $\frac{dx_i}{dt}$, des équations (A) on obtient

$$\frac{ds_k}{dt} = k \sum_{i=1}^{n} x_i^{k-1} \frac{\partial \varphi}{\partial x_i}, \quad (k = 1, 2, \ldots, n). \tag{A′}$$

Les seconds membres des dernières équations s'exprimeront en t, s_1, s_2,... s_n, à l'aide d'une formule donnée par Raabe *).

On trouve sa démostration avec un corollaire, qui nous sera utile, dans un ouvrage de Faà de Bruno (Théorie des formes binaires, p. 33—35), d'où nous l'empruntons.

Considérons x_i comme une fonction de p_1,... p_n et en y portant les valeurs de ces variables, exprimées par les équations (P), nous aurons une identité qui différentiée partiellement par rapport à x_i et à x_h, h étant différent de i, donne

$$\frac{\partial x_i}{\partial p_1}\frac{\partial p_1}{\partial x_i} + \frac{\partial x_i}{\partial p_2}\frac{\partial p_2}{\partial x_i} + \ldots + \frac{\partial x_i}{\partial p_n}\frac{\partial p_n}{\partial x_i} = 1$$

$$\frac{\partial x_i}{\partial p_1}\frac{\partial p_1}{\partial x_h} + \frac{\partial x_i}{\partial p_2}\frac{\partial p}{\partial p_h} + \ldots + \frac{\partial x_i}{\partial p_n}\frac{\partial p_n}{\partial x_h} = 0.$$

Si l'on ajoute ces deux équations, la première multipliée par x_i^{k-1}, la seconde — par x_h^{k-1}, et si l'on fait en même temps $h = 1, 2, \ldots i-1, i+1, \ldots n$, on aura

$$\frac{\partial x_i}{\partial p_1}\sum_{h=1}^{n} x_h^{k-1}\frac{\partial p_1}{\partial x_h} + \frac{\partial x_i}{\partial x_2}\sum_{h=1}^{n} x_h^{k-1}\frac{\partial p_2}{\partial x_h} + \ldots + \frac{\partial x_i}{\partial p_n}\sum_{h=1}^{n} x_i^{k-1}\frac{\partial p_n}{\partial x_h} = x_i^{k-1}.$$

Mais d'après l'équation (7) on a

$$\frac{\partial p_l}{\partial x_h} = -p^{(h)}_{l-1} = -(x_h^{l-1} + p_1 x_h^{l-2} + \ldots + p_{l-2}x_h + p_{l-1});$$

*) Crelle Journ. 48 B. 170. S. Wurzeln alg. Gleichungen durch differ. Gleichungen ausgedrückt.

donc, en posant généralement

$$s_r = x_1^{\,r} + x_2^{\,r} + \ldots + x_n^{\,r}$$

pour des valeurs de r entières et positives quelconques, on a

$$\sum_{h=1}^{n} x_h^{\,k-1} \frac{\partial p_l}{\partial x_h} = -(s_{k+l-2} + p_1 s_{k+l-3} + p_2 s_{k+l-4} + \ldots + p_{l-1} s_{k-1}).$$

En posant

$$\lambda_{k-1,\,l} = -(s_{k+l-2} + p_1 s_{k+l-3} + \ldots + p_{l-1} s_{k-1}) \tag{11}$$

on aura la formule de Raabe

$$\lambda_{k-1,\,1} \frac{\partial x_i}{\partial p_1} + \lambda_{k-1,\,2} \frac{\partial x_i}{\partial p_2} + \ldots + \lambda_{k-1,\,n} \frac{\partial x_i}{\partial p_n} = x_i^{\,k-1}. \tag{R}$$

Multiplions maintenant l'équation (R) par $\frac{\partial \varphi}{\partial x_i}$ et sommons toutes les équations que l'on obtient en faisant varier l'indice de $i = 1$ à $i = n$; il viendra

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^{\,k-1} \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} = \lambda_{k-1,\,1} \frac{\partial \varphi}{\partial p_1} + \lambda_{k-1,\,2} \frac{\partial \varphi}{\partial p_2} + \ldots + \lambda_{k-1,\,n} \frac{\partial \varphi}{\partial p_n}. \tag{12}$$

A l'aide de la formule (12) les équations (A′) prennent définitivement la forme suivante

$$\frac{ds_k}{dt} = k\left[\lambda_{k-1,\,1} \frac{\partial \varphi}{\partial p_1} + \lambda_{k-1,\,2} \frac{\partial \varphi}{\partial p_2} + \ldots + \lambda_{k-1,\,n} \frac{\partial \varphi}{\partial p_n}\right]. \tag{A_1}$$

On peut regarder la transformation comme terminée, en sousentendant que dans les seconds membres des équations (A_1) sont substituées au lieu de $p_1, p_2, \ldots p_n$ et aussi de s_r, pour $r > n$, leurs expressions en fonctions entières de $s_1, s_2, \ldots s_n$.

Si l'on veut avoir séparément les différentes équations du système (A_1), on y fait successivement $k = 1, 2, 3, \ldots$ et on trouve facilement

$$\frac{ds_1}{dt} = -\left[n \frac{\partial \varphi}{\partial p_1} + (n-1) p_1 \frac{\partial \varphi}{\partial p_2} + \ldots + 2 p_{n-2} \frac{\partial \varphi}{\partial p_{n-1}} + p_{n-1} \frac{\partial \varphi}{\partial p_n}\right]$$

$$\frac{ds_2}{dt} = 2\left[p_1 \frac{\partial \varphi}{\partial p_1} + 2 p_2 \frac{\partial \varphi}{\partial p_2} + \ldots + (n-1)\, p_{n-1} \frac{\partial \varphi}{\partial p_{n-1}} + n p_n \frac{\partial \varphi}{\partial p_n}\right] \text{*)}$$

$$\frac{ds_3}{dt} = 3\left[(p_1 s_1 + 2 p_2) \frac{\partial \varphi}{\partial p_1} + (p_2 s_1 + 3 p_3) \frac{\partial \varphi}{\partial p_2} + \ldots + (p_{n-1} s_1 + n p_n) \frac{\partial \varphi}{\partial p_{n-1}} + p_n s_1 \frac{\partial \varphi}{\partial p_n}\right]$$

et ainsi de suite.

*) Si la fonction φ exprimée en $p_1, p_2, \ldots p_n$ est rationelle et *isobarique* du poid ω, alors le second membre de la deuxième equation se reduit tout simplement à $2\,\omega\,\varphi$.

5. Nous avons transformé les équations différentielles (A) en (A_1), en utilisant les formules connues de la théorie des fonctions symétriques. Mais il serait à désirer de se debarasser des variables auxiliaires $p_1, p_2, \ldots, p_n$, dans les seconds membres des equations transformées (A_1), en n'y laissant que $s_1, s_2, \ldots, s_n$ et les derivées partielles de φ par rapport à ces variables. Ce qui est possible en effet, moyennant une formule nouvelle, analogue a celle de Raabe que nous allons obtenir maintenant en imitant la démonstration précédente de la formule (R). Considérons, à cet effet, x_i comme une fonction de $s_1, s_2, \ldots, s_n$, en y mettant les valeurs (S) de ces variables, on obtient

$$\frac{\partial x_i}{\partial s_1}\frac{\partial s_1}{\partial x_i} + \ldots + \frac{\partial x_i}{\partial s_n}\frac{\partial s_n}{\partial x_i} = 1,$$

$$\frac{\partial x_i}{\partial s_1}\frac{\partial s_1}{\partial x_h} + \ldots + \frac{\partial x_i}{\partial s_n}\frac{\partial s_n}{\partial x_h} = 0,$$

$$(h = 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n).$$

De là, en multipliant la première équation par x_i^{k-1} et la seconde par x_h^{k-1}, par addition des résultats on a

$$\frac{\partial x_i}{\partial s_1}\sum_{h=1}^{n} x_h^{k-1}\frac{\partial s_1}{\partial x_h} + \ldots + \frac{\partial x_i}{\partial s_n}\sum_{h=1}^{n} x_h^{k-1}\frac{\partial s_n}{\partial x_h} = x_i^{k-1}.$$

Mais, d'après (10),

$$\sum_{h=1}^{n} x_h^{k-1}\frac{\partial s_l}{\partial x_h} = l\sum_{h=1}^{k} x_h^{k+l-2} = l.s_{k+l-2};$$

donc on aura

$$x_i^{k-1} = 1.s_{k-1}\frac{\partial x_i}{\partial s_1} + 2s_k\frac{\partial x_i}{\partial s_2} + \ldots + ns_{k+n-2}\frac{\partial x_i}{\partial s_n} \qquad (R')$$

une formule analogue à celle de Raabe.

En la multipliant par $\frac{\partial \varphi}{\partial x_i}$ et en faisant la somme des resultats pour $i = 1, 2, \ldots n$ on obtient

$$\sum x_i^{k-1}\frac{\partial \varphi}{\partial x_i} = 1.s_{k-1}\frac{\partial \varphi}{\partial s_1} + 2s_k\frac{\partial \varphi}{\partial s_2} + \ldots + ns_{k+n-2}\frac{\partial x}{\partial s_n} \qquad (13)$$

une formule analogue à (12).

Au moyen de (13) les équations (A') recoivent la forme

$$\frac{ds_k}{dt} = k\left[s_{k-1}\frac{\partial \varphi}{\partial s_1} + 2s_k\frac{\partial \varphi}{\partial s_2} + \ldots + ns_{k+n-2}\frac{\partial \varphi}{\partial s_n}\right] \qquad (A_2)$$

($k = 1, 2, \ldots, n$) qui est évidemment plus simple que (A_1).

Il ne reste plus qu'à exprimer tous les s_r, pour $r > n$, en fonctions de $s_1, s_2, \ldots s_n$ par des formules connues.

Il est facile de vérifier l'identité des équations (A_1) et (A_2) par la formule

$$r\frac{\partial\varphi}{\partial s_r} = -\left[\frac{\partial\varphi}{\partial p_1} + p_1\frac{\partial\varphi}{\partial p_2} + p_2\frac{\partial\varphi}{\partial p_3} + \ldots + p_{n-r}\frac{\partial\varphi}{\partial p_n}\right]$$

due à M-r Brioschi (*F.* de *B.* Théorie des formes binaires, p. 22).

On en tire facilement

$$\begin{aligned} &1.s_{k-2}\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2.s_k\frac{\partial\varphi}{\partial s_2} + 3\,s_{k+1}\frac{\partial\varphi}{\partial s_3} + \ldots + ns_{k+n-2}\frac{\partial\varphi}{\partial s_n} \\ &= -\left[s_{k-1}\frac{\partial\varphi}{\partial p_1} + (s_k + p_1\,s_{k-1})\frac{\partial\varphi}{\partial p_2} + (s_{k-1} + p_1 s_k + p_2\,s_{k-1})\frac{\partial\varphi}{\partial p_3}\right. \\ &\left. \ldots (s_{k+n-2} + p_1\,s_{k+n-3} + \ldots + p_{n-2}\,s_k + p_{n-1}\,s_{k-1})\frac{\partial\varphi}{\partial p_n}\right]. \end{aligned}$$

Ce qui montre que les seconds membres des équations générales (A_1) et (A_2) sont identiquement égaux; puisque, d'après la formule (11), on a

$$\begin{aligned} \lambda_{k-1,1} &= -s_{k-1} \\ \lambda_{k-1,2} &= -(s_k + p_1\,s_{k-1}) \\ \lambda_{k-1,3} &= -(s_{k+1} + p_1\,s_k + p_2\,s_{k-1}) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda_{k-1,n} &= -(s_{k+n-2} + p_1\,s_{k+n-3} + \ldots + p_{n-1}s_{k-1}). \end{aligned}$$

6. On exprimera aussi facilement les équations (A) en variables $p_1, p_2, \ldots, p_n$, définies par les équations (P); mais les équations transformées seront un peu plus compliquées que les précédentes.

La méthode directe d'obtenir les équations demandées au moyen des équations (A_1) ou (A_2) est la suivante.

Si on prend du système d'équations (S′) les k premières, k étant un nombre non supérieur à n, on a

$$\sum_{i=1}^{n} dx_i = ds_1,\ \sum_{i=1}^{n} x_i\,dx_i = \frac{1}{2}ds_2, \ldots,\ \sum_{i=1}^{n} x_i^{k-2}\,dx_i = \frac{1}{k-1}ds_{k-1},\ \sum_{i-1}^{n} x_i^{k-1}\,dx_i = \frac{1}{k}ds_k.$$

En ajoutant ces équations multiplées respectivement par $p_{k-1}, p_{k-2}, \ldots, p_1, 1$, et en ayant égard aux équations (P′) on trouve

$$-dp_k = \frac{ds_k}{k} + p_1\frac{ds_{k-1}}{k-1} + \ldots + p_{k-2}\frac{ds_2}{2} + p_{k-1}\frac{ds_1}{1} \tag{14}$$

la formule qui a déjà été signalée par nous dans une autre occasion*).

*) Записки Академіи, T. LVIII, 1888.

Maintenant on se rend facilement compte de la complication plus grande des équations différentielles en p comparativement à celles exprimées en s; car la formule (14) montre que la k-ième équation du premier système se compose par l'addition de toutes les k premieres équations du second système, multipliées respectivement par $p_{k-1}, p_{k-2}, \ldots, p_1, 1$.

De cette manière on obtient aisément du système (A_1) les équations

$$-\frac{dp_k}{dt} = \mu_{k,1}\frac{\partial\varphi}{\partial p_1} + \mu_{k,2}\frac{\partial\varphi}{\partial p_2} + \ldots + \mu_{k,n}\frac{\partial\varphi}{\partial p_n} \qquad (A_3)$$

où

$$\mu_{k,h} = p_{k-1}\lambda_{0,h} + p_{k-2}\lambda_{1,h} + \ldots + p_1\lambda_{k-2,h} + \lambda_{k-1,h} \qquad (15)$$

$$\left.\begin{matrix} h \\ k \end{matrix}\right\} = 1, 2, \ldots, n;$$

et du système (A_2) on aura les équations

$$-\frac{dp_k}{dt} = \nu_{k,1}\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + \nu_{k,2}\frac{\partial\varphi}{\partial s_2} + \ldots + \nu_{k,n}\frac{\partial\varphi}{\partial s_n} \qquad (A_4)$$

où

$$\nu_{k,h} = p_{k-1}s_h + p_{k-2}s_{h+1} + \ldots + p_1 s_{h+k-2} + s_{h+k-1} \qquad (16)$$

$$\left.\begin{matrix} h \\ k \end{matrix}\right\} = 1, 2, \ldots, n.$$

En substituant les valeurs de $\lambda_{0,h}, \lambda_{1,h}, \ldots \lambda_{k-1,h}$, obtenues par la formule (11), on tire de (15)

$$\begin{aligned} -\mu_{h,k} = {} & p_{k-1}p_{h-1}s_0 + (p_{k-1}p_{h-2} + p_{k-2}p_{h-1})s_1 \\ & + (p_{k-1}p_{h-3} + p_{k-2}p_{h-2} + p_{k-3}p_{h-1})s_2 \\ & + (p_{k-1}p_{h-4} + p_{k-2}p_{h-3} + p_{k-3}p_{h-2} + p_{k-4}p_{h-1})s_3 \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + (p_3p_0 + p_2p_1 + p_1p_2 + p_0p_3)s_{k+h-5} \\ & + (p_2p_0 + p_1p_1 + p_0p_2)s_{k+h-4} \\ & + (p_1p_0 + p_0p_1)s_{k+h-3} + s_{k+h-2} \end{aligned} \qquad (17)$$

l'expression isobarique de $\mu_{h,k}$ du poids $k + h - 2$, où sont introduites les quantités $s_0 = n$ et $p_0 = 1$, pour mieux faire voir la loi de sa composition.

Enfin, la formule (16) des coéfficients $\nu_{k,h}$ peut être simplifiée comme il suit.

1°. Si $h+k-1<n$, on a

$$s_{h+k-1}+p_1 s_{h+k-2}+\ldots+p_{k-2} s_{h+1}+p_{k-1} s_h$$
$$+p_k s_{h-1}+p_{k+1} s_{h-2}+\ldots+p_{h-k+2} s_1+(h+k-1) p_{h+k-1}=0;$$

donc, d'après (16), il vient

$$\nu_{k,h}=-[(h+k-1) p_{h+k-1}+p_{h+k-2} s_1+\ldots+p_k s_{h-1}] \tag{18}$$

2°. Si $h+k-1\geqq n$, alors

$$s_{h+k-1}+p_1 s_{h+k-2}+\ldots+p_{k-2} s_{h+1}+p_{k-1} s_h$$
$$+p_k s_{h-1}+\ldots+p_{n-1} s_{h+k-n-2}+p_n s_{h+k-n-1}=0,$$

de là et de (16) on conclut que

$$\nu_{k,h}=-[p_n s_{h+k-n-1}+p_{n-1} s_{h+k-3}+\ldots+p_k s_{h-1}]. \tag{19}$$

L'avantage des formules (18) et (19) sur (16) consiste en ce que dans les premières entrent les s_r avec des indices r inférieurs à ceux de la dernière.

7. Généralisation des équations (A) et les conditions de réduction à cette forme générale des équations différentielles symétriques (1).

Il est facile de remarquer que la transformation ci-dessus exposée s'applique, sans aucun changement, à un système d'équations différentielles symétriques d'une forme beaucoup plus générale, savoir au système

$$\frac{dx_i}{dt}=\sigma_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial x_i}+\sigma_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial x_i}+\ldots+\sigma_r\frac{\partial\varphi_r}{\partial x_i},\ (i=1,2,\ldots n) \tag{B}$$

r étant un nombre quelconque et $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_r, \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_r$ désignant des fonctions données de $t, x_1, \ldots x_n$, symétriques en $x_1, x_2, \ldots x_n$, de la même manière que l'on a supposé plus haut (n^0 4) la fonction φ.

On peut écrire directement les équations transformées de (B):

$$\frac{ds_k}{dt}=k\sum_{j=1}^{r}\sigma_j\left[\lambda_{k-1,1}\frac{\partial\varphi_j}{\partial p_1}+\lambda_{k-1,2}\frac{\partial\varphi_j}{\partial p_2}+\ldots+\lambda_{k-1,n}\frac{\partial\varphi_j}{\partial p_n}\right] \tag{B_1}$$

$$\frac{ds_k}{dt}=k\sum_{j=1}^{r}\sigma_j\left[s_{k-1}\frac{\partial\varphi_j}{\partial s_1}+2\,s_k\frac{\partial\varphi_j}{\partial s_2}+\ldots+ns_{k+n-2}\frac{\partial\varphi_j}{\partial s_n}\right] \tag{B_2}$$

$$-\frac{dp_k}{dt} = \sum_{j=1}^{r}\left[\mu_{k,1}\frac{\partial\varphi_j}{\partial p_1} + \mu_{k,2}\frac{\partial\varphi_j}{\partial p_2} + \ldots + \mu_{k,n}\frac{\partial\varphi_j}{\partial p_n}\right] \qquad (B_3)$$

$$-\frac{\partial p_k}{\partial r} = \sum_{j=1}^{r}\left[\nu_{k,1}\frac{\partial\varphi_j}{\partial s_1} + \nu_{k,2}\frac{\partial\varphi_j}{\partial s_2} + \ldots + \nu_{k,n}\frac{\partial\varphi_j}{\partial s_n}\right] \qquad (B_4)$$

$$(k = 1, 2, \ldots n)$$

analogues aux équations (A_1), (A_2), (A_3), (A_n).

8. Nous allons chercher maintenant les conditions nécessaires et suffisantes pour que les équations symétriques d'une forme générale

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i \ (i = 1, 2, \ldots, n) \qquad (1)$$

soient susceptibles de réduction à la forme (A) ou (B).

La symétrie des équations (1) suppose, d'après sa définition (§ 1), les conditions (2).

Il est évident que les équations (1) se réduisent à la forme (A) si l'équation

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_n\,dx_n = d\varphi \qquad (20)$$

est possible. On a alors

$$X_i = \frac{\partial\varphi}{\partial x_i} \ (i = 1, 2, \ldots n)$$

et le premier membre de l'équation (20) ne variant pas par des transpositions des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ la fonction φ en est symétrique.

L'existence de l'équation (20) entraine les conditions de la forme

$$\frac{\partial X_k}{\partial x_i} - \frac{\partial X_i}{\partial x_k} = (k, i) = 0, \ \left.\begin{matrix} k \\ i \end{matrix}\right\} = 1, 2, \ldots n, \qquad (21)$$

dont le nombre est égal a $\frac{1}{2}\,n\,(n-1)$. Mais, comme on sait, ces conditions, pour $n > 3$, ne sont pas toutes distinctes entre elles et leur nombre se réduit généralement à $2n-3$.

Nous allons voir que dans le cas présent, en vertu des conditions (2), les conditions distinctes de la forme (21) se réduisent à une seule et que les autres en découlent par de simples transpositions des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Supposons, en effet, que l'indentité (21) existe pour quelques valeurs particulieres différentes des indices k et i. Elle continuera d'avoir lieu après la transposition des variables x_k et x_h, h étant différent de k et de i, ce qu'avec notre notation on peut exprimer par l'égalité

$$\left(\frac{\partial X_k}{\partial x_i}\right) - \left(\frac{\partial X_i}{\partial x_k}\right) = 0.$$

Mais des conditions (2) il résulte que

$$\left(\frac{\partial X_k}{\partial x_i}\right) = \frac{\partial (X_k)}{\partial x_i} = \frac{\partial X_h}{\partial x_i},$$

$$\left(\frac{\partial X_i}{\partial x_k}\right) = \frac{\partial (X_i)}{\partial x_h} = \frac{\partial X_i}{\partial x_h}.$$

Donc, l'égalité précédente a la forme

$$\frac{\partial X_h}{\partial x_i} - \frac{\partial X_i}{\partial x_h} = (h, i) = 0.$$

Maintenant, en désignant par j un indice non supérieur à n différent de i, k, h et en transposant les variables x_i, x_j dans la dernière identité on en déduit, de la même manière comme ci-dessus, la suivante

$$(h, j) = \frac{\partial X_h}{\partial x_j} - \frac{\partial X_j}{\partial x_h} = 0.$$

Par conséquent: *si les fonctions* $X_1, X_2, \ldots, X_n$ *satisfont aux conditions* (2) *et vérifient une seule des conditions de la forme*

$$\frac{\partial X_k}{\partial x_i} - \frac{\partial X_i}{\partial x_k} = (k, i) = 0$$

pour des valeurs particulières des indices k et i, non supérieurs à n, l'expression différentielle

$$X_1\, dx_1 + X_2\, dx_2 + \ldots + X_n\, dx_n$$

est une différentielle exacte d'une certaine fonction φ *symétrique en* $x_1, x_2, \ldots, x_n$, *que l'on peut toujours obtenir par la quadrature, en considérant la variable t, qui peut être contenue dans les X, comme une constante.*

Telles sont les conditions de réduction immédiate à la forme (A) des équations différentielles simétriques de la forme générale (I).

9. Il peut arriver que les conditions (2) étant satisfaites par les fonctions X, les conditions d'intégrabilité (21) ne le sont pas, alors il reste encore à faire l'essaie d'obtenir la fonction φ, symétrique en $x_1, x_2, \ldots x_n$, en intégrant l'expression différentielle

$$X_1\, dx_1 + X_2\, dx_2 + \ldots + X_n\, dx_n$$

multipliée par un facteur inconnu μ. Soit donc

$$\mu\,(X_1\, dx_1 + X_2\, dx_2 + \ldots + X_n\, dx_n) = d\varphi.$$

De là il suit que

$$\mu X_h = \frac{\partial \varphi}{\partial x_h}, \ \mu X_k = \frac{\partial \varphi}{\partial x_k}, \ \mu X_i = \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \tag{22}$$

h, k, i étant des indices différents non supérieurs à n.

D'après les proprietés des derivées partielles de la fonction symétrique φ (n^0 4), en transposant x_h et x_k nous aurons

$$(\mu)(X_h) = \mu X_k, \ (\mu)(X_k) = \mu X_h, \ (\mu)(X_i) = \mu X_i$$

d'où, en vertu des conditions (2), il suit

$$(\mu) = \mu$$

c'est à dire que le facteur μ doit être une fonction symétrique.

Par l'élimination de φ et de μ des équations (22), il vient

$$X_h \left(\frac{\partial X_k}{\partial x_i} - \frac{\partial X_i}{\partial x_k}\right) + X_k \left(\frac{\partial X_i}{\partial x_h} - \frac{\partial X_h}{\partial x_i}\right) + X_i \left(\frac{\partial X_h}{\partial x_k} - \frac{\partial X_k}{\partial x_h}\right) = 0 \tag{23}$$

h, k, i étant des indices différents quelconques pris dans la suite 1, 2, . . . , n. Le nombre des conditions (23) est égal à $\frac{1}{6} n (n-1)(n-2)$; mais ces conditions ne sont pas toutes indépendantes les unes des autres. En écrivant les quatre équations (23) renfermant trois des quatre indices différents h, k, i, l, non supérieurs à n, on trouve, comme on sait, que chacune d'elles est la conséquence des trois autres. De là on conclut que généralement le nombre des conditions (23) distinctes ou indépendentes se réduit à $\frac{1}{2} (n-1)(n-2)$.

Dans le cas que nous considérons, c'est à dire quand les conditions (2) ont lieu, les conditions (23) se réduisent à une seule, d'où l'on peut obtenir, comme on le fera voir, toutes les autres, de la même éspèce, par des transpositions des variables $x_1, x_2, \ldots x_n$.

En effet, supposons que l'égalité (23) ait lieu pour quelques valeurs particulières de h, k, i différentes entre elles et non supérieures à n.

Avec la notation déjà employée plus haut ou peut l'écrire

$$X_h (k, i) + X_k (i, h) + X_i (h, k) = 0$$

ou plus brièvement

$$(h, k, i) = 0.$$

Cette identité en donnera d'autres si l'on y fait des transpositions des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Mais en transposant x_h et x_g, g étant un indice différent de h, k, i, on obtient

$$X_g (k, i) + X_k (i, g) + X_i (g, k) = 0,$$

ou

$$(g, k, i) = 0,$$

en ayant égard à (2) et à ce qui est demontré plus haut (n^0 8).

De la même manière de cette dernière égalité on tirera

$$(g, l, i) = 0 \text{ et enfin } (g, l, j) = 0,$$

l étant un indice différent de k, i, g et j de i, g, l.

Donc nous avons demontré que si les fonctions $X_1, X_2, \ldots, X_n$ satisfont aux conditions de symétrie (2) et verifient en même temps une seule des conditions (23), il existe alors un facteur μ, fonction symétrique de $x_1, x_2, \ldots, x_n$, tel que l'éxpression

$$\mu\,(X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_n\,dx_n)$$

soit une différentielle éxacte d'une certaine fonction φ symétrique en $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

On obtient ce facteur en intégrant une équation différentielle du 1-r ordre à deux variables, p. ex.

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 = 0$$

en y regardant $t, x_3, \ldots, x_n$ comme des constantes.

Quand on aura obtenu la fonction symétrique φ par la quadrature $\int \mu \Sigma X_i\,dx_i$, on pourra mettre les équations (1) sous la forme

$$\text{(C)} \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{1}{\mu}\frac{\partial\varphi}{\partial x_i}\ (i = 1, 2, \ldots, n)$$

qui n'est qu'un cas particulier des équations (B), correspondant aux suppositions:

$$\varphi_1 = \varphi,\ \sigma_1 = \frac{1}{\mu},\ \sigma_2 = \ldots = \sigma_r = 0.$$

Donc, quand on passe des variables primitives aux variables p ou s du n^0 3, on aura les transformées des équations (C) par les formules $(B_1)\ldots(B_4)$.

10. Au lieu des conditions (2) qui définissent la symétrie des systèmes d'équations (1) et (3) et d'où découlent leurs proprietés communes démontrées plus haut, on peut assujetir les fonctions données X à d'autres conditions, telles qu'en vertu d'elles le système (3) restera symétrique tandis que les équations (1) ne le seront plus. Imaginons pour cela de nouveau une transposition dans les fonctions X de deux quelconques des variables $x_1, x_2, \ldots x_n$, par ex. x_h et x_k, et supposons que l'on obtient

$$\text{(2')} \qquad (X_h) = -X_k,\ (X_k) = -X_h,\ (X_i) = -X_i$$

h, k, i désignant des indices différents non supérieurs à n; alors par l'effet de la même transposition les systèmes d'équations (1) et (3) se changeant respectivement en

$$\frac{dx_i}{dt} = -X_i \quad (i = 1, 2, \ldots n) \tag{1'}$$

et

$$\frac{dx_1}{-X_1} = \frac{dx_j}{-X_j} \quad (j = 2, 3, \ldots n) \tag{3'}$$

montrent que seulement le système (3) est symétrique.

Il est facile de faire voir, comme au n^0 2, que le système complet d'intégrales des équations (3) s'exprime par des fonctions symétriques de $x_1, x_2, \ldots x_n$, si les conditions (2') sont verifiées. On peut obtenir ces intégrales symétriques en introduisant dans les équations (3) les variables (P) ou (S) du n^0 3 au lieu de $x_1, x_2, \ldots x_n$. Mais cette transformation ne peut être effectuée, sans demander la résolution générale de l'équation algébrique $f(x) = 0$ du degré n, que pour certaines formes d'équations différentielles symétriques analogues à (A) ou (B).

Pour obtenir les équations demandées il suffit de supposer: 1) que la variable t n'entre pas dans (A) et (B) que par sa différentielle dt de sorte qu'elle peut en être eliminée; 2) que $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_r$ étant des fonctions symétriques, comme auparavant, les fonctions $\varphi, \varphi_1 \ldots, \varphi_r$ au lieu d'être aussi symétriques sont maintenant des fonctions rationelles et alternées.

En effet il est facile de montrer l'existence des égalités:

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_h}\right) = -\frac{\partial\varphi}{\partial x_k}, \quad \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_k}\right) = -\frac{\partial\varphi}{\partial\varphi_h}, \quad \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x_i}\right) = -\frac{\partial\varphi}{\partial x_i},$$

en supposant que φ soit une fonction alternée de $x_1, x_2, \ldots, x_n$, et que par parenthèses on indique, comme ci-dessus, les résultats de transposition des variables x_h et x_k, h, k, i étant des indices différents non supérieurs à n.

Or toute fonction φ rationelle et alternée de $x_1, x_2, \ldots, x_n$ doit avoir la forme

$$\varphi = S.\Pi,$$

S étant une fonction symétrique et l'autre facteur Π de φ pouvant être mis sous une des formes suivantes:

$$\Pi = (x_2 - x_1)(x_3 - x_1)(x_3 - x_2) \ldots$$
$$\ldots (x_n - x_1)(x_n - x_2) \ldots (x_n - x_{n-1}),$$

$$\Pi = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & \ldots 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & \ldots x_n \\ x_1^2 & x_2^2 & x_3^2 & \ldots x_n^2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ x_1^{n-1} & x_2^{n-1} & x_3^{n-1} & \ldots x_n^{n-1} \end{vmatrix},$$

$$\Pi = \sqrt{\left\{ \begin{vmatrix} s_0 & s_1 & s_2 & \dots s_{n-1} \\ s_1 & s_2 & s_3 & \dots s_n \\ s_2 & s_3 & s_4 & \dots s_{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n-1} & s_n & s_{n+1} & \dots s_{2n-2} \end{vmatrix} \right\}}, \quad s_k = \sum_{i=1}^{n} x_i^k.$$

On voit par là qu'on peut toujours exprimer les fonctions rationelles et alternées φ, $\varphi_1, \dots, \varphi_r$ soit en $p_1, p_2, \dots, p_n$, soit en $s_1, s_2, \dots, s_n$.

Donc, aux équations diff. symétriques (A) et (B) modifiées, comme il vient d'être indiqué, s'appliquent les mêmes transformations ($n^0\, n^0$ 4 — 7) qu'aux équations (A) et (B) non modifiées.

11. Exemples d'application de la théorie des équations différentielles symétriques.

Ex. I. Soient

$$1) \quad \begin{cases} \frac{dx_1}{X_1} + \frac{dx_2}{X_2} + \dots + \frac{dx_n}{X_n} = 0 \\ \frac{x_1\, dx_1}{X_1} + \frac{x_2\, dx_2}{X_2} + \dots + \frac{x_n\, dx_n}{X_n} = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \frac{x_1^{n-2}\, dx_1}{X_1} + \frac{x_2^{n-2}\, dx_2}{X_3} + \dots + \frac{x_n^{n-2}\, dx_n}{X_n} = 0 \end{cases}$$

où

$$2) \quad X_i = \sigma_1 x_i^{n-1} + \sigma_2 x_i^{n-2} + \dots + \sigma_{n-2} x_i + \sigma_{n-1}, \ (n = 1, 2, \dots, n)$$

$\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{n-1}$ désignant des fonctions données d'un ou de plusieurs arguments $u, v, w, \dots$, qui sont des fonctions rationelles et symétriques de $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Le système (1) n'éprouvant aucun changement par des transpositions des variables $x_1, x_2, \dots, x_n$, est symétrique (n^0 1). Pour le réduire à la forme normale, posons, comme au n^0 3,

$$f(x) = (x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_n)$$
$$= x^n + p_1 x^{n-1} + \dots + p_n,$$
$$f_i(x) = \frac{f(x)}{x - x_i} = x^{n-1} + p_1^{(i)} x^{n-2} + \dots + p_{n-1},$$
$$f_{i,k}(x) = \frac{f(x)}{(x - x_i)(x - x_k)} = x^{n-2} + q_1 x^{n-3} + \dots + q_{n-2}.$$

Par l'addition des équations 1) multipliées respectivement par $q_{n-2}, q_{n-3}, \ldots, q_1, 1$, on aura

$$\frac{f_{i,k}(x_i)\,dx_i}{X_i} + \frac{f_{i,k}(x_k)\,dx_k}{X_k} = 0$$

ou, en multipliant par $x_i - x_k$,

$$\frac{f_i(x_i)\,dx_i}{X_i} = \frac{f_k(x_k)\,dx_k}{X_k}.$$

Enfin, en désignant par dt la valeur commune des deux rapports précédents, on réduit les équations différentielles données à la forme

$$f_i(x_i)\frac{dx_i}{dt} = X_i \ (i = 1, 2, \ldots, n).$$

En y introduisant les variables (P) du n^0 3 au lieu de $x_1, \ldots, x_n$, par les formules (5) du n^0 3 et 2) de ce n^0, on aura d'abord

$$\left(\frac{dp_1}{dt} + \sigma_1\right) x_i^{n-1} + \left(\frac{dq_2}{dt} + \sigma_2\right) x_i^{n-2} + \ldots + \frac{dp_n}{dt} + \sigma_n = 0, \ (n = 1, 2, \ldots, n).$$

En éliminant de ces n équations toutes les quantités $\frac{dp_1}{dt} + \sigma_1, \ldots, \frac{dp_n}{dt} + \sigma_n$, une seule, par ex. $\frac{dp_i}{dt} + \sigma_i$, excepté, on obtient

$$\left(\frac{dp_i}{dt} + \sigma_i\right)\Pi = 0.$$

Mais le facteur Π, ayant la même valeur que dans le n^0 précédent, peut être supprimé; donc les équations définitives en $p_1, \ldots, p_n$ sont

$$3) \quad \frac{dp_1}{dt} + \sigma_i = 0, \ (i = 1, 2, \ldots n)$$

où on peut supposer que les fonctions symétriques $\sigma_1, \ldots, \sigma_n$ soient exprimées en $p_1, \ldots, p_n$.

Si au lieu de la formule 2) les fonctions X_i dans les équations 1) étaient définies par la formule

$$4) \quad X_i = \sigma_1 p^{(i)}_{n-1} + \sigma_2 p^{(i)}_{n-2} + \ldots + \sigma_{n-1} p_1^{(i)} + \sigma_n, \ (n = 1, 2, \ldots, n),$$

$\sigma_1, \ldots, \sigma_n$ et $p^{(i)}_{n-1}, \ldots, p_1^{(i)}$ ayant les mêmes valeurs que ci-dessus; alors, après avoir obtenu les équations

$$f_i(x_i)\frac{dx_i}{dt} = X_i, \ (i = 1, 2, \ldots n),$$

il faut y introduire les variables (S) du n^0 3 au lieu de $x_1, \ldots x_n$, ce qu'en vertu des formules (7) du n^0 3 et 4) donne

$$\left(\frac{ds_1}{dt}-\sigma_1\right)p^{(i)}{}_{n-1}+\left(\frac{1}{2}\frac{ds_2}{dt}-\sigma_2\right)p^{(i)}{}_{n-2}+\ldots$$

$$\ldots+\left(\frac{1}{n-1}\frac{ds_{n-1}}{dt}-\sigma_{n-1}\right)p_1{}^{(i)}+\frac{1}{n}\frac{dr_n}{dt}-\sigma_n=0$$

$$(i=1,\ 2,\ldots,\ n).$$

De ces n équations, par l'élimination de toutes les quantités $\frac{ds_1}{dt}-\sigma_1,\ldots,\ \frac{1}{n}\frac{ds_n}{dt}-\sigma_n$, excepté $\frac{1}{i}\frac{ds_i}{dt}-\sigma_i$, il vient

$$\left(\frac{1}{i}\frac{ds_i}{dt}-\sigma_i\right)\Omega=0,$$

où

$$\Omega=\begin{vmatrix} p^{(1)}{}_{n-1},\ p^{(1)}{}_{n-2},\ \ldots,\ p_1{}^{(1)},\ 1\\ p^{(2)}{}_{n-1},\ p^{(2)}{}_{n-2},\ \ldots,\ p_1{}^{(2)},\ 1\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ p^{(n)}{}_{n-1},\ p^{(n)}{}_{n-2},\ \ldots,\ p_1{}^{(n)},\ 1\end{vmatrix}.$$

Par cette expression on remarque facilement que Ω, tout aussi bien que Π, est une fonction alternée, entière du degré $\frac{n(n-1)}{2}$. On en conclut que le rapport $\Omega:\Pi$ est constant. Donc des équations précedentes on tire

$$5)\quad \frac{ds_i}{dt}=i\ \sigma_i\ (i=1,\ 2,\ldots,\ n)$$

où on suppose σ_i exprimées en $s_1,\ s_2,\ldots,\ s_n$.

Cas particuliers. 1) Soient

$$\frac{dx_1}{x_1{}^2\Sigma x_1+x_1\Sigma x_1{}^2+\Sigma x_1{}^2x_2}+\frac{dx_2}{x_2{}^2\Sigma x_1+x_2\Sigma x_1{}^2+\Sigma x_1{}^2x_2}+\frac{dx_2}{x_3{}^2\Sigma x_1+x_3\Sigma x_1{}^2+\Sigma x_1{}^2x^2}=0,$$

$$\frac{x_1\,dx_1}{x_1{}^2\Sigma x_1+x_1\Sigma x_1{}^2+\Sigma x_1{}^2x_2}+\frac{x_2\,dx_2}{x_2{}^2\Sigma x_1+x_2\Sigma x_1{}^2+\Sigma x_1{}^2x_2}+\frac{x_3\,dx_3}{x_3{}^2\Sigma x_1+x_3\Sigma x_1{}^2+\Sigma x_1{}^2x_3}=0.$$

Par l'introduction des variables:

$$p_1=-(x_1+x_2+x_3)=-\Sigma x_1,\ p_2=\Sigma x_1\,x_2,\ p_3=-x_1\,x_2\,x_3,$$

et en ayant égard aux égalités:

$$\Sigma x_1{}^2=p_1{}^2-2\,p_2,\ \ \Sigma x_1{}^2\,x_2=3\,p_3-p_1\,p_2,$$

le système d'équations proposé devient

$$\frac{dp_1}{p_1}=\frac{dp_2}{2\,p_2-p_1{}^2}=\frac{dp_3}{p_1\,p_2-3\,p_3}.$$

On trouve aisément les deux intégrales de ce système:

$$\frac{p_2}{p_1^2} + \log p_1 = c,$$

$$p_1^3 p_3 - \frac{1}{6} p_1^4 p_2 - \frac{1}{36} p_1^6 = c',$$

c et c' étant des constantes arbitraires.

En introduisant les variables primitives x_1, x_2, x_3, on a

$$\frac{\Sigma x_1 x_2}{(\Sigma x_1)^2} + \log(-\Sigma x_1) = c$$

$$(\Sigma x_1)^3 x_1 x_2 x_3 - \frac{1}{6}(\Sigma x_1)^4 \Sigma x_1 x_2 - \frac{1}{36}(\Sigma x_1)^4 = c'$$

les intégrales symétriques des équations symétriques proposées.

Les équations intégrales donnent

$$p_2 = p_1^2 (c - \log p_1), \quad p_3 = \frac{1}{6} p_1^3 \left(c + \frac{1}{6} - \log p_1\right) + \frac{c'}{p_1^3},$$

d'où l'on conclut que les inconnues x_1, x_2, x_3 sont définies, commes des fonctions de p_1, par les trois racines de l'équation du 3-me degré en x

$$x^3 + p_1 x^2 + p_1^2 (c - \log p_1) x + \frac{1}{6} p_1^3 \left(c + \frac{1}{6} - \log p_1\right) + \frac{c'}{p_1^3} = 0.$$

2) Soient

$$\frac{dx_1}{x_2 x_3 - (x_2 + x_3)\Sigma x_1^3 + \Sigma x_1^2} + \frac{dx_2}{x_3 x_1 - (x_3 + x_1)\Sigma x_1^3 + \Sigma x_1^2} + \frac{dx_3}{x_1 x_2 - (x_1 + x_2)\Sigma x_1^3 + \Sigma x_1^2} = 0,$$

$$\frac{x_1 dx_1}{x_2 x_3 - (x_2 + x_3)\Sigma x_1^2 + \Sigma x_1^2} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0.$$

Exprimées en variables

$$s_1 = \Sigma x_1, \quad s_2 = \Sigma x_1^2, \quad s_3 = \Sigma x_1^3$$

les équations proposées seront

$$ds_1 = \frac{ds_2}{2 s_3} = \frac{ds_3}{3 s_2}.$$

En les intégrant on aura

$$\frac{3}{2} s_2^2 - s_3^2 = c,$$

$$\log\left(s_3 + s_2 \sqrt{\frac{3}{2}}\right) - s_1 \sqrt{6} = c',$$

d'où l'on obtient

$$\frac{3}{2}\,(\Sigma x_1^{\,2})^2 - (\Sigma x_1^{\,3})^2 = c$$

$$\log\left[\Sigma x_1^{\,3} + \sqrt{\frac{3}{2}\,\Sigma x_1^{\,2}}\right] - \sqrt{6}\;\Sigma x_1 = c'$$

les intégrales symétriques du systéme proposé d'équations différentielles symétriques.

Il est facile aussi d'écrire une équation du 3-me degré dont les racines sont des valeurs de x_1, x_2, x_3 exprimées en fonctions de s_3 p. ex. et de deux constantes arbitraires c et c'.

Ex. II. Soient

$$\frac{dx_1}{dt} = 3\,x_1^{\,2} + x_2^{\,2} + x_3^{\,2} + 2\,x_1\,x_2 + 2\,x_3\,x_1 = X_1$$

$$\frac{dx_2}{dt} = x_1^{\,2} + 3\,x_2^{\,2} + x_3^{\,2} + 2\,x_2\,x_3 + 2\,x_1\,x_2 = X_2$$

$$\frac{dx_3}{dt} = x_1^{\,2} + x_2^{\,2} + 3\,x_3^{\,2} + 2\,x_3\,x_1 + 2\,x_2\,x_3 = X_3.$$

La condition $\frac{\partial X_1}{\partial x_2} - \frac{\partial X_2}{\partial x_1} = 0$ étant satisfaite, on trouve, d'après une formule de M. Combrescure *)

$$\int (X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + X_3\,dx_3) = \frac{X_1\,x_1 + X_2\,x_2 + X_3\,x_3}{3}$$

$$= (x_1 + x_2 + x_3)\,(x_1^{\,2} + x_2^{\,2} + x_3^{\,2}) = \varphi.$$

Donc, le système d'équations donné a la forme

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_1},\quad \frac{dx_2}{dt} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_2},\quad \frac{dx_3}{dt} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_3}$$

où la fonction φ est symétrique en x_1, x_2, x_3.

D'après la méthode d'intégration des nn^0 4 et 5 on introduit les variables (S) du n^0 3 et, remarquant que

$$\varphi = s_1\,s_2,\quad \frac{\partial\varphi}{\partial s_1} = s_2,\quad \frac{\partial\varphi}{\partial s_2} = s_1,\quad \frac{\partial\varphi}{\partial s_3} = 0,$$

on aura, par les formules (A_2), les équations transformées:

$$\frac{ds_1}{dt} = 3\,s_2 + 2\,s_1^{\,2},\quad \frac{ds_2}{dt} = 6\,s_1\,s_2,\quad \frac{ds_3}{dt} = 3\,s_2^{\,2} + 6\,s_1\,s_3.$$

En divisant la première équation par la deuxième, on a

$$\frac{ds_1}{ds_2} = \frac{1}{2}\,\frac{1}{s_1} + \frac{1}{3}\,\frac{s_1}{s_2},$$

*) Bull. des. Sc. math. t. XI, Note sur les différentielles exactes homogènes. p. 243.

d'où par l'intégration on obtient

$$s_1 = \sqrt{(c\, s_2^{\frac{3}{2}} + 3\, s_2)},$$

c étant une constante arbitraire.

Par division de la troisième équation par la deuxième, on a l'équation

$$\frac{ds_3}{ds_2} = \frac{1}{2}\frac{s_2}{s_1} + \frac{s_3}{s_2}$$

en y portant la valeur précédente de s_1 et en l'intégrant on trouve

$$s_3 = s_2\left[\frac{1}{3}\left(c + 3\, s_2^{\frac{1}{3}}\right)\left(s_2^{\frac{1}{3}} - \frac{2}{3}\, c\right) + c'\right].$$

Enfin, nous avons encore

$$\frac{ds_2}{dt} = 6\, s_2\, s_1 = 6\, s_2\left(c s_2^{\frac{2}{3}} + 3\, s_2\right)^{\frac{1}{2}},$$

ou

$$dt = \frac{1}{6}\, s_2^{-\frac{4}{3}}\left(c + 3\, s_2^{\frac{1}{3}}\right)^{-\frac{1}{2}} ds_2$$

d'où l'on obtient

$$t + c'' = \frac{3}{c}\log\frac{\sqrt{c + 3\, s_2^{\frac{1}{3}}} + \sqrt{c}}{\sqrt{c + 3\, s_2^{\frac{1}{3}}} - \sqrt{c}} - \frac{1}{2c}\frac{\sqrt{c + 3\, s_2^{\frac{1}{3}}}}{s_2^{\frac{1}{3}}}.$$

Maintenant il ne reste qu'à substituer les valeurs

$$s_1 = \Sigma x_1,\quad s_2 = \Sigma x_1^2,\quad s_3 = \Sigma x_1^3$$

pour avoir le système complet d'intégrales des équations différentielles proposées.

Ex. III. Soient

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{1}{2} + (x_1 + x_2 + x_3)\, x_1 = X_1,$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \frac{1}{2} + (x_1 + x_2 + x_3)\, x_2 = X_2,$$

$$\frac{dx_3}{dt} = \frac{1}{2} + (x_1 + x_2 + x_3)\, x_3 = X_3.$$

On s'assure d'abord que les expressions $\frac{\partial X_1}{\partial x_1} - \frac{\partial X_2}{\partial x_1}, \ldots$ ne s'évanouissent pas, mais en calculant l'expression

$$X_1\left(\frac{\partial X_2}{\partial x_3} - \frac{\partial X_3}{\partial x_2}\right) + X_2\left(\frac{\partial X_3}{\partial x_2} - \frac{\partial X_1}{\partial x_3}\right) + X_3\left(\frac{\partial X_1}{\partial x_2} - \frac{\partial X_2}{\partial x_1}\right)$$

on trouve qu'elle est égale à zero identiquement.

Il faut chercher maintenant le facteur propre à rendre différentielle exacte l'expression

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + X_3\,dx_3.$$

Mais elle est égale à

$$\frac{1}{2}(dx_1 + dx_2 + dx_3) + (x_1 + x_2 + x_3)\,(x_1\,dx_1 + x_2\,dx_2 + x_3\,dx_3)$$

ou bien, à

$$\frac{1}{2}\,(ds_1 + s_1\,ds_2),$$

si l'on y introduit les variables

$$s_1 = x_1 + x_2 + x_3 \text{ et } s_2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2.$$

On voit par là qu'en désignant le facteur cherché par μ, on a

$$\mu = 2\,e^{s_2} = 2\,e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}.$$

A l'aide de ce facteur on obtient

$$\int \mu\,(X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + X_3\,dx_3) = e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}\,(x_1 + x_2 + x_3) = \varphi.$$

Donc, les équations différentielles données peuvent s'écrire

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{1}{\mu}\frac{\partial\varphi}{\partial x_1},\quad \frac{dx_2}{dt} = \frac{1}{\mu}\frac{\partial\varphi}{\partial x_2},\quad \frac{dx_3}{dt} = \frac{1}{\mu}\frac{\partial\varphi}{\partial x_3}.$$

Pour les intégrer on peut introduir, d'après les nn^0 7 et 8, les variables $s_1 = \Sigma x_1$, $s_2 = \Sigma x_1^2$, $s_3 = \Sigma x_1^3$ et appliquer les formules générales de transformation (B_2). En remarquant, que

$$\varphi = e^{s_2} s_1,\ \frac{\partial\varphi}{\partial s_1} = e^{s_2},\ \frac{\partial\varphi}{\partial s_2} = e^{s_2} s_1,\ \frac{\partial\varphi}{\partial s_3} = 0,$$

on obtient d'abord les équations différentielles suivantes:

$$\frac{ds_1}{dt} = \frac{1}{\mu}\left(3\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2\,s_1\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}\right),$$

$$\frac{ds_2}{dt} = \frac{2}{\mu}\left(s_1\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2\,s_2\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}\right),$$

$$\frac{ds_3}{dt} = \frac{3}{\mu}\left(s_2\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2\,s_3\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}\right)$$

ou bien, en y portant les valeurs précédentes de μ, $\frac{\partial\varphi}{\partial s_1}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}$,

$$\frac{ds_1}{dt} = \frac{3}{2} + s_1^2, \quad \frac{ds_2}{dt} = s_1(1 + 2s_2), \quad \frac{ds_3}{dt} = \frac{3}{2}s_2 + 3s_1 s_3.$$

L'intégration de la première équation donne

$$s_1 = \sqrt{\frac{3}{2}}\,\mathrm{tg}\left(t\sqrt{\frac{3}{2}} + c\right), \quad c = Const.$$

En substituant cette valeur de s_1 dans la seconde équation on a

$$\frac{ds_2}{1 + 2s_2} = \sqrt{\frac{3}{2}}\,\mathrm{tg}\left(t\sqrt{\frac{3}{2}} + c\right)dt$$

d'où en intégrant on obtient

$$\log(1 + 2s_2) = \log\frac{c'}{\cos^2 u}, \tag{a}$$

en supposant

$$c' = Const.$$

et

$$u = t\sqrt{\frac{3}{2}} + c.$$

Donc

$$s_2 = \frac{c' - \cos^2 u}{2\cos^2 u} \tag{b}$$

Enfin, en substituant les valeurs trouvées pour s_1 et s_2 dans la troisième équation et en y introduisant la variable u au lieu de t, on aura l'équation linéaire

$$\frac{ds_3}{du} - 3\,\mathrm{tg}\,u\,.\,s_3 = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\frac{c' - \cos^2 u}{\cos^2 u}$$

dont l'intégrale est

$$s_3 = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\left(c' - \frac{2}{3}\right)\frac{\sin u}{\cos^3 u} - \frac{1}{2\sqrt{6}}\,\mathrm{tg}\,u + \frac{c''}{\cos^3 u} \tag{c}$$

c'' étant une constante arbitraire.

Pour avoir les intégrales symétriques des équations différentielles symétriques proposées il n'y a qu'à écrire Σx_1, Σx_1^2, Σx_1^3 au lieu de s_1, s_2, s_3 dans (a), (b), (c). On peut encore définir les trois fonctions x_1, x_2, x_3 de t comme les racines de l'équation

$$x^3 + p_1 x^2 + p_2 x + p_3 = 0,$$

dont les coéfficients s'expriment par les formules

$$p_1 = -s_1,\ p_2 = \frac{1}{2}(s_1^2 - s_2),\ p_3 = \frac{-1}{6}(s_1^3 - 3\,s_1\,s_2 + 2\,s_3)$$

où il faut mettre les valeurs (*a*), (*b*), (*c*) de s_1, s_2, s_3.

Ex. IV. Soient

$$\frac{dx_1}{x_2^2 - x_3^2 - 2\,x_1\,x_2 + 2\,x_1\,x_3} = \frac{dx_2}{x_3^2 - x_1^2 - 2\,x_2\,x_3 + 2\,x_2\,x_3} = \frac{dx_3}{x_1^2 - x_2^2 - 2\,x_3\,x_1 + 2\,x_3\,x_2}.$$

Si l'on pose

$$X_1 = x_2^2 - x_3^2 - 2\,x_1\,x_2 + 2\,x_1\,x_3,$$
$$X_2 = x_3^2 - x_1^2 - 2\,x_2\,x_3 + 2\,x_2\,x_1,$$
$$X_3 = x_1^2 - x_2^2 - 2\,x_3\,x_1 + 2\,x_3\,x_2,$$

on voit que la transposition des variables x_1 et x_2 donne les égalités

$$(X_1) = -X_2,\ (X_2) = -X_1,\ (X_3) = -X_3$$

et on obtient des resultats semblables pour les transpositions x_2 et x_3, x_3 et x_1. Donc le système d'équations données appartient au type d'équations différentielles symétriques du n^0 9.

On trouve que l'expression

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + X_3\,dx_3$$

est une différentielle éxacte et que

$$\int (X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + X_3\,dx_3) = \frac{X_1 x_1 + X_2 x_2 + X_3 x_3}{3}$$
$$= x_1\,x_2^2 - x_2\,x_1^2 + x_2\,x_3^2 - x_3\,x_2^2 + x_3\,x_1^2 - x_1\,x_3^2 = \varphi.$$

Donc, les équations différentielles proposées ont la forme

$$\frac{dx_1}{\frac{\partial\varphi}{\partial x_1}} = \frac{dx_2}{\frac{\partial\varphi}{\partial x_2}} = \frac{dx_3}{\frac{\partial\varphi}{\partial x_3}}$$

où φ est une fonction alternée que l'on peut écrire comme il suit

$$\varphi = (x_2 - x_1)\,(x_3 - x_1)\,(x_3 - x_2) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1^2 & x_2^2 & x_3^2 \end{vmatrix}.$$

Donc

$$\varphi^2 = \begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix} = 3\,s_2\,s_4 - 3\,s_3^2 + 2\,s_1\,s_2\,s_3 - s_1^3\,s_4 - s_2^3$$

où $s_i = x_1^i + x_2^i + x_3^i$, $i = 1, 2, 3, 4, 5$. Il vient de là:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} = \frac{1}{2\varphi}(2\,s_2\,s_2 - 2\,s_1\,s_4)$$

$$\frac{\partial\varphi}{\partial s_2} = \frac{1}{2\varphi}(3\,s_4 + 2\,s_1\,s_3 - 3\,s_2^2)$$

$$\frac{\partial\varphi}{\partial s_3} = \frac{1}{2\varphi}(-6\,s_3 + 2\,s_1\,s_2)$$

$$\frac{\partial\varphi}{\partial s_4} = \frac{1}{2\varphi}(3\,s_2 - s_1^2)$$

Si l'on introduit les variables s_1, s_2, s_3 au lieu de x_1, x_2, x_3, les équations proposées, se transformant d'après les formules (A_2), seront

$$\frac{ds_1}{S_1} = \frac{ds_2}{S_2} = \frac{ds_3}{S_3},$$

où on a

$$S_1 = 3\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2\,s_1\frac{\partial\varphi}{\partial s_2} + 3\,s_2\frac{\partial\varphi}{\partial s_3} + 4\,s_3\frac{\partial\varphi}{\partial s_4},$$

$$S_2 = 2\left(s_1\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2\,s_2\frac{\partial\varphi}{\partial s_2} + 3\,s_3\frac{\partial\varphi}{\partial s_3} + 4\,s_4\frac{\partial\varphi}{\partial s_4}\right),$$

$$S_3 = 3\left(s_2\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2\,s_3\frac{\partial\varphi}{\partial s_2} + 3\,s_4\frac{\partial\varphi}{\partial s_3} + 4\,s_5\frac{\partial\varphi}{\partial s_4}\right).$$

En substituant les valeurs de $\frac{\partial\varphi}{\partial s_1}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial s_3}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial s_4}$ dans les expressions précédentes de S_1, S_2, S_3 on obtient

$$S_1 = 0,\quad S_2 = 6\varphi \quad \text{et}$$

$$S_3 = \frac{6}{\varphi}(-s_2^3\,s_3 + s_1\,s_2\,s_4 - 3\,s_3\,s_4 + s_1\,s_3^2 + 3\,s_2\,s_5 - s_1^2\,s_5)$$

$$= \frac{6}{\varphi}\begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_3 & s_4 & s_5 \end{vmatrix}.$$

De la valeur $S_1 = 0$ il suit que $ds_1 = 0$ et, par conséquent, que

$$(a) \qquad s_1 = Const. = c$$

est une des intégrales du problème considéré.

Sa seconde intégrale s'obtiendra par l'intégration de l'équation

$$S_2\, ds_3 - S_3\, ds_2 = 0$$

où d'après (a) il faut regarder s_1 comme une constante.

En y portant les valeurs de S_2 et S_3 et en la multipliant par $\frac{\varphi}{6}$, on aura

$$\varphi^2\, ds_3 - \psi\, ds_2 = 0$$

où on a

$$\varphi^3 = \begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix} \text{ et } \psi = \begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_3 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_3 & s_4 & s_5 \end{vmatrix}.$$

Mais, en se rappelant que

$$\begin{aligned} s_3 &= -p_1\, s_2 - p_2\, s_1 - 3\, p_3, \\ s_4 &= -p_1\, s_3 - p_2\, s_2 - p_3\, s_1, \\ s_5 &= -p_1\, s_4 - p_2\, s_3 - p_3\, s_2, \end{aligned}$$

si l'on considére x_1, x_2, x_3 comme des racines de l'équation

$$(b) \qquad x^3 + p_1\, x^2 + p_2\, x + p_3 = 0,$$

on trouve

$$\psi = -p_1 \begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix} - p_2 \begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_1 & s_2 & s_3 \end{vmatrix} - p_3 \begin{vmatrix} 3 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ 3 & s_1 & s_2 \end{vmatrix}$$

ou

$$\psi = c\, \varphi^2$$

parce que $-p_1 = s_1 = c$.

Donc l'équation différentielle considérée a la forme

$$\varphi^2\, (ds_3 - c\, ds_2) = 0.$$

En supprimant le facteur φ^2 l'intégration donne

$$s_3 - c\, s_2 = Const. = c' \qquad (c)$$

Les intégrales du système d'équations différentielles IV peuvent donc être présentées sous la forme symétrique par les équations

$$x_1 + x_2 + x_3 = c$$

et

$$x_1^3 + x_2^3 + x_3^3 - (x_1 + x_2 + x_3)\,(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) = c',$$

d'où il est facile de conclure que x_1, x_2, x_3 sont les racines de l'équation

$$x^3 - c\, x^2 + \frac{1}{2}\,(c^2 - s_2)\, x = \frac{1}{6}\,(c^3 + 2\, c_1 - c\, s_2)$$

par laquelle ces racines sont définies comme des fonctions de la variable indépendante s_2 et de deux constantes arbitraires c et c'.

Nous aurons l'occasion de montrer, un peu plus loin, qu'une autre manière d'intégrer les mêmes équations se déduit de ce qu'on a identiquement

$$X_1 + X_2 + X_3 = 0.$$

Remarquons encore que dans le système

$$\frac{dx}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \frac{dx_2}{X_2}$$

où on a

$$X_1 = \frac{x_2}{x_3 x_1} - \frac{x_3}{x_1 x_2} + \frac{2}{x_2} - \frac{2}{x_1}$$

$$X_2 = \frac{x_3}{x_1 x_2} - \frac{x_1}{x_2 x_3} + \frac{2}{x_3} - \frac{2}{x_1}$$

$$X_3 = \frac{x_1}{x_2 x^2} - \frac{x_2}{x_3 x_1} + \frac{2}{x_1} - \frac{2}{x_1}$$

l'expression

$$X_1\, dx_1 + X_2\, dx_2 + X_3\, dx_3$$

n'est pas une différentielle exacte, mais on la rend telle en la multipliant par un facteur symétrique et on retombe sur l'exemple précédent.

12. De l'équation différentielle du 1-r ordre à deux variables admettant une intégrale symétrique ou alternée.

De nos conclusions générales, obtenues plus haut, sur la forme des systèmes d'équations différentielles symétriques il suit immédiatement que, dans le cas le plus simple, quand le nombre des variable n se reduit à deux, la forme de l'équation du premier ordre admettant une intégrale symétrique ou alternée est la suivante

(a) $$X\,dy \pm (X)\,dx = 0$$

où on designe par X une fonction quelconque de x et de y et par (X) ce qu'elle devient quand on y permute les variables x et y. On peut tirer directement cette conclusion des considérations fort simples. Soit en effet

(b) $$dy + f(x, y)\,dx = 0$$

une équation admettant une intégrale symétrique ou alternée u, que l'on peut obtenir au moyen d'un facteur μ, de sorte que

$$\mu\,[dy + f(x, y)\,dx] = du.$$

Si l'on fait la permutation des variables x et y dans la dernière egalité, en ayant egard a ce qu'on a

$$(u) = \pm u,$$

selon que u soit, d'après la supposition, une fonction symétrique ou alternée, on aura

$$(\mu)\,[dx + f(y, x)\,dy] = d\,(\pm u).$$

Des deux egalités précédentes on conclut que

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \mu\, f(x, y) = \pm (\mu)$$

d'où il suit que

$$f(x, y) = \pm \frac{(\mu)}{\mu}.$$

On voit par là: 1) pour que l'équation différentielle du 1-er or. de la forme (b) admette une intégrale symétrique ou alternée il est necessaire que

$$f(x, y)\, f(y, x) = 1;$$

2) le facteur μ de cette équation ne peut être ni une fonction symétrique ni une fonction alternée, que dans les cas

$$f(x, y) = \pm 1;$$

3) excepté ces cas particuliers on peut poser généralement

$$\mu = X.\,Y$$

en designant par X et Y deux fonctions de x et y, dont l'une X par ex. n'est ni symétrique ni alternée, et l'autre Y est au contraire ou symétrique ou alternée. On a donc

$$f(x,\,y) = \frac{(X)(Y)}{X.\,Y} = \pm\frac{(X)}{X}$$

et l'équation différentielle (b) par cette valeur de $f(x,\,y)$ se réduit à la forme (a) ce qu'il fallait démontrer.

Ce qui concerne le facteur de l'équation (a) il est aisé de montrer qu'il est ou immédiatement symétrique ou doit conduire à un facteur symétrique. Soit λ le facteur et u l'integrale corréspondante de l'équation (a); on a

$$\lambda\,[X\,dy \pm (X)\,dx] = du$$

d'où on tire, en transposant les variables x et y,

$$(\lambda)\,[X\,dy \pm (X)\,dx] = d\,.\,[\pm(u)]$$

Des deux signes $\pm$ retenons d'abord le signe supérieur; alors λ et (λ) étant des facteurs de la même équation différentielle satifont à la même équation aux derivées partielles, de sorte que l'on a

$$X\frac{\partial\log\lambda}{\partial x} - (X)\frac{\partial\log\lambda}{\partial y} = \frac{\partial(X)}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial x},$$

$$X\frac{\partial\log(\lambda)}{\partial x} - (X)\frac{\partial\log(\lambda)}{\partial y} = \frac{\partial(X)}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial x}.$$

Ces deux équations sont identiques si $(\lambda) = \lambda$, c'est-à-dire si le facteur λ est une fonction symétrique; dans le cas contraire en faisant leurs demi-somme on a

$$X\frac{\partial\log\sqrt{\lambda(\lambda)}}{\partial x} - (X)\frac{\partial\log\sqrt{\lambda(\lambda)}}{\partial y} = \frac{\partial(X)}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial x}$$

ce qui montre que l'équation différentielle considerée a un facteur symétrique $\mu = \sqrt{\lambda(\lambda)}$.

Mais il est facile de voir que l'équation (a) prise avec le signe superieur, c. à d.

$$X\,dy + (X)\,dx = 0 \qquad (a')$$

étant intégrée au moyen du facteur symétrique μ fournit une intégrale symétrique u; d'où l'on voit que tout facteur de cette équation est de la forme $\mu\,\varphi(u)$, qui represente toujours une

fonction symétrique, $\varphi(u)$ étant une fonction arbitraire. *Donc, tout facteur de l'équation* (a') *est une fonction symétrique.*

Cette consclusion ne s'etend pas sur l'équation

$$X\,dy - (X)\,dx = 0 \tag{a''}$$

Étant integrée au moyen d'un facteur symétrique μ l'équation (a'') fournit une intégrale alternée v; donc tout son facteur étant de la forme $\mu\,\varphi(v)$ est une fonction symétrique, si $\varphi(v)$ est une fonction pair, ou bien — une fonction alternée, si $\varphi(v)$ est une fonction impair. Il est clair qu'integré au moyen d'un facteur alternée l'équation (a'') fournira une intégrale symétrique.

Il faut remarquer du reste que la distinction entre les intégrales symétriques et alternées de l'équation (a'') n'est pas essentielle, car élevée au carré l'intégrale alternée devient une intégrale symétrique.

13. Exemples particuliers de l'intégration de l'équation (a).

Considérons d'abord l'équation

$$X\,dy + (X)\,dx = 0 \tag{a'}$$

Si les coéfficients X et (X), que l'on déduit l'un de l'autre par la permutation de x et y, sont rationels par rapport à ces variables, on les fera entiers en chassant les denominateurs. Posons donc

$$X = \omega + \alpha_0 x + \alpha_1 y + \beta_0 x^2 + \beta_1 xy + \beta_2 y^2 + \gamma_0 x^3 + \gamma_1 x^2 y + \gamma_2 xy^3 + \gamma_3 y^3 + \ldots \tag{ξ}$$

en supposant le polynôme X terminé aux termes d'un certain degré et ses coéfficients ω, α_0, α_1, ... constants, si on ne change par cette hypothèse ce qui sera dit expréssement.

Par l'introduction des nouvelles variables

$$x + y = -p \quad \text{et} \quad xy = q$$

l'équation (a') devient

$$\frac{(X)-X}{y-x}\,dy + \frac{(X)x - Xy}{y-x}\,dp = 0 \tag{a_1}$$

Mais comme on a

$$(X) = \omega + \alpha_0 y + \alpha_1 x + \beta_0 y^2 + \beta_1 xy + \beta_2 x^2 + \gamma^0 y^3 + \gamma_1 y^2 y + \gamma_2 yx^2 + \gamma_3 x^3 + \ldots$$

on trouve facilement

$$\frac{(X)-X}{y-x} = \alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\,p + (\gamma_0 - \gamma_3)\,p^2 + (\gamma_1 - \gamma_2 + \gamma_3 - \gamma_0)\,q + \ldots$$

$$\frac{(X)x - Xy}{y-x} = -\omega + \alpha_1 p + (\beta_0 - \beta_1 + \beta_2)\,q - \beta_2 p^2 + [(\gamma_2 - \gamma_0 - 2\gamma_3)\,q + \gamma_3 p^2]\,p + \ldots$$

Ainsi les coéfficients de dq et dp dans l'équation (a_1) s'expriment par les fonctions entières de p et q.

On sait intégrer immédiatement l'équation (a') si le polynôme X est du 1-er degré; en le supposant du 2-d degré on aura l'équation transformée

$$[\alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\, p]\, dq$$
$$+ [-\omega + \alpha_1\, p + (\beta_0 - \beta_1 + \beta_2)\, q - \beta_2\, p^2]\, dp = 0,$$

ou

$$\frac{dq}{dp} + \frac{\beta_0 - \beta_1 + \beta_2}{\alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\, p}\, q = \frac{\omega - \alpha_1\, p + \beta_2\, p^2}{\alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\, p}.$$

On trouve son intégrale au moyen du facteur

$$[\alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\, p]^{\frac{\beta_0 - \beta_1 + \beta_2}{\beta_2 - \beta_0}}$$

si α_0, α_1, β_0, β_1, β_2 sont des constantes; mais, si ces quantités au lieu d'être constantes sont des fonctions quelconques de $x + y$, on pourra encore exprimer par des quadratures l'intégrale de l'équation précédente en la multipliant par le facteur

$$e^{\int \frac{\beta_0 - \beta_1 + \beta_2}{\alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\, p}\, dp}$$

où α_0, α_1, β_0, β_1, β_2 seront des fonctions données de p.

Dans ces deux cas les facteurs et les intégrales s'exprimeront par les fonctions symétriques des variables primitives x et y, et ces variables seront les racines d'une équation du 2-d degré

$$x^2 + px + q = 0$$

où q est une fonction explicite de p, donnée par l'intégrale de l'équation précédente.

Nous allons appliquer ce resultat au problème IV du n^0 11, pour obtenir sa solution d'une nouvelle manière. En remarquant qu'en vertu de l'identité

$$X_1 + X_2 + X_3 = 0$$

on a une de ses intégrales

$$x_1 + x_2 + x_3 = Const = c$$

et en éliminant au moyen de cette équation x_3 de l'équation différentielle

$$X_1\, dx_2 - X_2\, dx_1 = 0$$

on aura

$$(c^2 - 4cx_1 - 2cx_2 + 6x_1x_2 + 3x_1^2)\,dx_2$$
$$+ (c^2 - 4cx_2 - 2cx_1 + 6x_1x_2 + 3x_2^2)\,dx_1 = 0.$$

Donc, nous avons maintenant

$$\omega = c^2,\ \alpha_0 = -4c,\ \alpha_1 = -2c,\ \beta_0 = 3,\ \beta_1 = 6$$

et, en posant

$$x_1 + x_2 = -p,\ x_1x_2 = q,$$

nous obtiendrons l'équation différentielle transformée

$$(2c + 3p)\,dq + (c^2 + 2cp + 3q)\,dp = 0$$

dont l'intégrale est

$$(2c + 3p)\,q + c^2p + cp^2 = c' = Const.$$

Il est facile de s'assurer que cette intégrale, en y substituant les valeurs de c, p et q, sera identique à l'intégrale

$$x_1^3 + x_2^3 + x_3^3 - (x_1 + x_2 + x_3)\,(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) = c'$$

obtenue au n^0 11.

Il est évident qu'on peut intégrer de la même manière l'équation

$$\frac{ax + by + c}{a'x + b'y + c'}\,dy + \frac{ay + bx + c}{a'y + b'x + c'}\,dx = 0$$

où a, b, c, a', b', c' sont des constantes ou des fonctions données de $x + y$.

Si dans l'équation (a') le polynôme X est du 3-me degré, l'équation transformée (a_1) sera

$$\{\alpha_0 - \alpha_1 + (\beta_2 - \beta_0)\,p + (\gamma_0 - \gamma_1)\,p^2 + (\gamma_1 - \gamma_2 + \gamma_3 - \gamma_0)\,q\}\,dq$$
$$+ \{-\omega + \alpha_1 p + (\beta_0 - \beta_1 + \beta_2)\,q - \beta_2 p^2 + [(\gamma_2 - \gamma_0 - 2\gamma_3)\,q + \gamma_3 p^2]\,p\}\,dp = 0;$$

Elle devient linéaire, en supposant certaines conditions, savoir:

1) si $\gamma_0 - \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_3 = 0$, ω, α, β, γ étant des constantes ou des fonctions données de $x + y$;

2) si $\alpha_0 = (\gamma_0 - \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_3)\,xy$, ω, α_1, β, γ étant des constantes où des fonctions de $x + y$.

Ainsi p. ex. l'équation

$$\{\omega + \alpha_0 x + \alpha_1 y + \beta_0 x^2 + \beta_1 xy + \beta_2 y^2 + (x + y)(\gamma_0 x^2 + \gamma_1 xy + \gamma_2 y^2)\}\, dy$$
$$+ \{\omega + \alpha_0 y + \alpha_1 x + \beta_0 y^2 + \beta_1 xy + \beta_2 x^2 + (x + y)(\gamma_0 y^2 + \gamma_1 xy + \gamma_2 x^2)\}\, dx = 0,$$

vérifiant les conditions 1), est toujours intégrable.

En supposant: $\beta_2 = 0$, $\gamma_1 = \gamma_2$, $\gamma_3 = 0$, on a

$$[\alpha_0 - \alpha_1 - \beta_0 p - \gamma_0 q]\, dq + [-\omega + \alpha_1 p + (\beta_0 - \beta_1) q]\, dp + (\gamma_0 - \gamma_1) p\, (pdq - qdp) = 0$$

l'équation appartenant à une forme générale qui a été intégré par Jacobi. On en conclut de l'intégrabilité de l'équation

$$[\omega + \alpha_0 x + \alpha_1 y + \beta_0 x^2 + \beta_1 xy + \gamma_0 x^3 + \gamma_1 xy\,(x + y)]\, dy$$
$$+ [\omega + \alpha_0 y + \alpha_1 x + \beta_0 y^2 + \beta_1 yx + \gamma_0 y^3 + \gamma_1 yx\,(x + y)]\, dx = 0.$$

ω, α, β, γ étant des constantes.

On peut obtenir plusieurs autres cas d'intégrabilité, sous certaines conditions, de l'équation (a') en supposant le degré du polynôme X supérieur à 3, mais nous ne pousserons pas plus loin cette discussion.

L'équation

$$X\, dy - (X)'\, dx = 0 \qquad (a'')$$

étant une autre forme d'équations différentielles admettant l'intégrale symétrique devient

$$[X + (X)]\, dq + [y X + x (X)]\, dp = 0 \qquad (a_2)$$

quand on y introduit les variables $x + y = -p$, $xy = q$.

Si l'on suppose que X soit exprimé par la formule (ξ) on trouve pour les coéfficients de dq et dp les éxpressions

$$X + (X) = 2\omega - (\alpha_0 + \alpha_1) p + (\beta_0 + \beta_2) p^2 + 2 (\beta_1 - \beta_0 - \beta_2) q + \ldots$$
$$y X + x (X) = -\omega p + \alpha_1 p^2 - \beta_2 p^3 + [\alpha_0 - 2\alpha_1 + (3\beta_2 - \beta_0 - \beta_1) p]\, q + \ldots$$

en fonctions entières de p et q. On voit par là que X étant un polynôme du 1-er degré, on aura

$$\frac{dq}{dp} + \frac{\alpha_0 - 2\alpha_1}{2\omega - (\alpha_0 + \alpha_1) p}\, q = \frac{(\omega - \alpha_1 p) p}{2\omega - (\alpha_0 + \alpha_1) p}$$

l'équation linéaire que l'on peut intégrer si ω, α_0, α_1 sont non seulement des constantes, mais mêmes des fonctions quelconques de $x + y$.

En supposant le polynôme X du 2-d degré on pourra intégrer l'équation (a_3) en admettant certaines conditions. Si par ex. on a

$$\beta_1 = \beta_0 + \beta_2,$$

alors nous aurons l'équation linéaire

$$\frac{dq}{dp} + \frac{\alpha_0 - 2\alpha_1 + (2\beta_1 - 4\beta_0)p}{2\omega - (\alpha_0 + \alpha_1)p + \beta_1 p^2} q = \frac{p(\omega - \alpha_1 p + (\beta_1 - \beta_0)p^2)}{2\omega - (\alpha_0 + \alpha_1)p + \beta_1 p^2}$$

que l'on peut intégrer même en supposant que ω, α, β soient des fonctions de $x + y$.

Le multiplicateur de la dernière équation est une fonction de $x + y$; mais il est aisé de trouver une condition, pour que l'équation (a'') admette une fonction de $x - y = r$ pour multiplicateur, ω, α, β étant des constantes. En effet, en designant par μ ce multiplicateur, on aura

$$\left[X - (X)\right]\frac{d\mu}{dr} + \mu\left[\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial (X)}{\partial y}\right] = 0;$$

dans cette équation de condition nous avons:

$$X - \dot{(X)} = [(\alpha_0 - \alpha_1) + (\beta_0 - \beta_2)(x + y)]\, r,$$

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial (X)}{\partial y} = 2\alpha_0 + (2\beta_0 + \beta_1)(x + y).$$

Donc, si l'on a

$$\frac{2\alpha_0}{\alpha_0 - \alpha_1} = \frac{2\beta_0 + \beta_1}{\beta_0 - \beta_2} = m$$

m étant une constante, μ est une fonction de r définie par l'équation différentielle

$$\frac{d\mu}{\mu} + m\frac{dr}{r} = 0$$

d'où

$$\mu = \frac{Const}{r^m}.$$

Le système d'équation différentielles symétriques (A) (n^0 4 et n^0 9) dans le cas des deux variables x et y se réduit a une seule équation

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}\, dy - \frac{\partial \varphi}{\partial y}\, dx = 0,$$

φ étant une fonction donnée symétrique ou alternée de x et y. Cette équation définit les trajectoires orthogonales des courbes données par l'équation

$$\varphi = Const.$$

Si l'on change les variables x et y, en posant

$$x + y = s_1, \quad x^2 + y^2 = s_2,$$

l'équation différentielle, d'après la formule (A_2) du n^0 5, devient

$$\frac{ds_1}{\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + s_1\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}} = \frac{ds_2}{s_1\frac{\partial\varphi}{\partial s_1} + 2s_2\frac{\partial\varphi}{\partial s_2}}.$$

Pour donner une application de ces équations, supposons qu'il faut trouver les trajectoires orthogonales des courbes

$$a(x^2 + y^2) + f(x + y) = Const.$$

a désignant une constante, $f(x + y)$ une fonction donnée quelconque de $x + y$.

L'équation différentielles des trajectoires est

$$[f'(x + y) + 2ax]\,dy - [f'(x + y) + 2ay]\,dx = 0.$$

Pour passer aux variables s_1 et s_2, remarquons d'abord que

$$\varphi = as_2 + f(s_1);$$

donc l'équation transformée sera

$$\frac{ds_1}{f'(s_1) + as_1} = \frac{ds_2}{s_1 f'(s_1) + 2as_2}.$$

Nous n'avons donc qu'à intégrer l'équation linéaire

$$\frac{ds_2}{ds_1} = \frac{2a}{f'(s_1) + as_1}s_2 + \frac{s_1 f'(s_1)}{f'(s_1) + as_1}.$$

De même, si on cherche les trajectoires orthogonales des courbes définies par l'équation

$$(x - y)^m [a(x^2 + y^2) + f(x + y)] = Const.$$

en l'exprimant par les variables

$$s_1 = x + y \text{ et } s_2 = x^2 + y^2$$

on aura

$$(2s_2 - s_1^2)^{\frac{m}{2}} [as_2 + f(s_1)] = Const.$$

et l'équation différentielle des trajectoires sera

$$\frac{ds_2}{ds_1} = \frac{(m+2)\,a}{as_1 + f'(s_1)}\,s_2 + \frac{m\,f(s_1) + s_1 f'(s_1)}{as_1 + f'(s_1)}$$

de forme linéaire.

Remarquons enfin que l'ensemble de deux équations différentielles symétriques

$$(X)\,dy + X\,dx = 0 \quad \text{et} \quad X\,dy - (X)\,dx = 0,$$

quelle que soit la fonction donnée X de x et y, définit évidemment, par leurs intégrales générales, deux familles de courbes se coupant orthogonalement.

AS262
.S82

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 2.

ÜBER
DIE AMMONEEN DER ARTINSK-STUFE
UND
EINIGE MIT DENSELBEN VERWANDTE CARBONISCHE FORMEN.

VON
A. Karpinsky.

Mit 5 lithogr. Tafeln.

(*Lu le 29 novembre 1888.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg: M. Eggers et Cie et J. Glasounof; à Riga: M. N. Kymmel; à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).
Prix: 3 Rbl. 20 Kop. = 8 Mark.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 2.

ÜBER
DIE AMMONEEN DER ARTINSK-STUFE
UND
EINIGE MIT DENSELBEN VERWANDTE CARBONISCHE FORMEN.

VON
A. Karpinsky.

Mit 5 lithogr. Tafeln.

(*Lu le 29 novembre 1888.*)

209579
AUG 1889

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg: M. Eggers et Cie et J. Glasounof; **à Riga:** M. N. Kymmel; **à Leipzig:** Voss' Sortiment (G. Haessel).
Prix: 3 Rbl. 20 Kop. = 8 Mark.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Octobre, 1889. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

VORWORT.

Das Hauptmaterial für die vorliegende Arbeit lieferte das Museum des Berg-Instituts und die Sammlungen meiner Collegen im Geologischen Comité, der Herren Tschernyschew und Krasnopolsky. Ausserdem erhielt ich einige Stücke zur Untersuchung von den Herren G. Romanowsky, Prof. am Berg-Institut, A. Inostranzew, Prof. an der Kaiserlichen Universität zu St. Petersburg, S. Nikitin, Chef-Geologen am Geol. Comité, P. Krotow, Prof. in Kazan, und A. Pawlow, Prof. in Moskau.

Allen diesen Herren sowie meinem stets hülfbereiten Collegen Herrn Prof. J. Lahusen halte ich es für meine Pflicht meine tiefste Dankbarkeit auszusprechen.

Auf den beigefügten Tafeln sind von schon bekannten Arten nur solche Zeichnungen gegeben, die als Ergänzungen von älteren Darstellungen dienen können[1]).

In der Synonymik der Gattungen und Arten werden ausser den Schriften, in welchen sich deren Beschreibung findet, auch solche Werke angeführt, in denen sie, wenn auch nur erwähnt, doch mit besonderen Namen vorkommen. So werden z. B. in der Synonymik von *Medlicottia Orbignyana* aufgeführt: d'Orbigny, Prodr. de paléontol. stratigr. I, 116 (*Aganides Orbignyanus*); Mojsisovics, Verhandl. der K. K. Reichsanstalt. 1872, 316 (*Sageceras Orbignyanum*); Waagen, Salt-Range fossils, 83 (*Medlicottia Orbignyana*). Aber solche Werke wie Bigsby's Thesaurus devonico-carboniferus werden nicht berücksichtigt,

1) Auf einige Ungenauigkeiten in der Bezeichnung der Figuren ist bei der Erklärung der Tafeln hingewiesen.

weil dort die erwähnte Form unter dem schon früher gebrauchten Namen *Goniatites Orbignyanus* aufgeführt wird.

In Betreff der Stellung der Artinsker Schichten in der geologischen Schichtenfolge giebt es in der russischen Litteratur einige Artikel und Bemerkungen polemischen Characters von Romanowsky, Nikitin, Krotow u. a. In diesen Schriften finden sich einige richtige Bemerkungen und zu berücksichtigende Ansichten ausgesprochen. In der vorliegenden Arbeit glaube ich aber ohne eine ausführliche Besprechung derselben auskommen zu können, um so mehr als sie ausschliesslich in russischer Sprache erschienen sind und ich in der russischen Ausgabe meiner Arbeit auf sie zurückzukommen gedenke.

Als die vorliegende Arbeit bereits abgeschlossen war, erhielten wir die Fortsetzung von dem für die Artinsker Schichten wichtigen Werk von Gemmellaro «Fauna dei calcari con Fusulina d. valle del f. Sosio» (Appendice, 1888). Von diesem Appendice wird in einem besonderen Nachtrag die Rede sein.

INHALT.

Seite.

Einleitung 1
Beschreibung der Arten 4
Prolecanitidae . . . . . —
Pronorites . . . . . —
Parapronorites 16
Medlicottia 21
Propinacoceras 37
Nachträgliche Bemerkungen über die Entwickelung, genetische Verhältnisse und Classification der obenbeschriebenen Formen 41
Glyphioceratidae 45
Gastrioceras . . . . . —
Glyphioceras 59
Paralegoceras 61
Arcestidae 63
Agathiceras . . . . . —
Popanoceras 67
Nachträgliche Bemerkungen über die Popanoceraten 79
Fam. indeterm. 80
Thalassoceras . . . . . —
Paraceltites 82
Nachtrag 84
Geologische Schlussfolgerungen 86
Palaeontologischer Index 102
Erklärung der Tafeln 105

BERICHTIGUNGEN UND ZUSÄTZE.

Zu Seite 2. Bei Aufzählung der Autoren, deren Arbeiten für die Kenntniss der Artinskischen Schichten von hervorragender Bedeutung sind, ist aus Versehen der Name des Herrn Prof. Schmalhausen unerwähnt geblieben. Seine Arbeit ist jedoch im letzten Capitel (Geologische Schlussfolgerungen) wohl berücksichtigt worden.

Unter Anmerkung 5 auf Seite 2 ist noch ergänzend anzuführen die unlängst erschienene Fortsetzung von Prof. Gemmellaro's «Fauna dei calcari con Fusulina etc. Appendice 1888 (*Ammonoidea*)» und Fascicolo II, 1889 (*Nautiloidea* und *Glossophora*).

Zu Seite 3. Die in der Anmerkung 4 erwähnte Arbeit Etheridge's, welche dem Autor leider im Original nicht bekannt war, ist nach dem Referat Kayser's in N. Jahrb. f. Min. 1882, I, 94 angeführt worden. (Abstract der Arbeit Etheridge's s. Quart. Journ. 1879, № 4, p. 101).

S. 7, Z. 15 und 16 von oben lies: «befinden sich die Loben, die ausserhalb der Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges liegen, auf dem evoluten Theile» statt: «befinden sich die Loben, die ausserhalb der Projectionsspirale liegen, auf dem evoluten Theile des vorhergehenden Umganges».

Zu Seite 11. Nach den Abbildungen, welche Barrois giebt (Rech. s. l. terr. anc. des Asturies etc., pl. XIV, f. 2) möchte es scheinen, als sei eines der auf Seite 11 angeführten Unterscheidungsmerkmale des *Pronorites Barroisi* vom *Pron. cyclolobus* nicht ganz zutreffend. Wenn nämlich bei Ersterem auf dem evoluten Theile des Umganges (d. h. ausserhalb der Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges) mehr als 3 Lateralloben sich finden, so müsste die Lobenlinie bei einer Windungshöhe von gegen 22 Mm., ausser dem ersten zweispitzigen Laterallobus, noch 4 einfache Lateralloben aufweisen (Fig. 2 *a*). Wenn der Letzteren jedoch, wie auf Abbildung Fig. 2 *c* und deren Copie auf Seite 11 ersichtlich, nur drei vorhanden sind, so muss der evolute Theil der Windungen nur 3 Lateralloben zeigen.

Zu Seite 12. Fig. 11 ist etwas geneigt gestellt.

S. 20, Z. 14 v. u. lies «*v. uralensis*» statt «*s. uralensis*».

Zu Seite 21. In der Synonymik des Gen. *Medlicottia* ist aus Versehen fortgelassen: *Sageceras* (Mojs.) Neumayr. Zeitschr. d. d. g. Ges. 1875, 883.

S. 26, Z. 17 v. o. lies «*Sageceras artiense*» statt «*Sageceras artiensis*».

Zu Seite 48. *Gastrioceras russiense* ist von Frl. Zwetajew in Mém. du Com. Géol. 1888, V, № 3, Seite 2 und 42 beschrieben.

S. 56, Z. 20 v. o. Fortgelassen das Vorkommen: Artinsk-Stufe; Ssimsk.

S. 59, Z. 8 v. u. lies «excl.» statt «exl.».

S. 60, Z. 4 v. o. lies «excl.» statt «exl.».

Zu S. 63 u. 67. Bei der Synonymik der Genera *Agathiceras* und *Popanoceras* ist noch die jüngst erschienene Fortsetzung des Werkes von Prof. Gemmellaro (Fauna dei calcari con Fusulina etc. Appendice, p. 8—13, 23) zu berücksichtigen.

Seite 76. In der 3. Zeile von oben ist aus Versehen fortgelassen worden: «Vorkommen. Sandstein d. Artinsk-St. Unw. d. D. Suchanowa an der Oka».

S. 78, Z. 14 v. o. lies 2,3 statt 2,8.

S. 81, Z. 2 v. u. lies «*Dimorphoceras discrepans*» statt «*Dim. diserepans*».

S. 87, Z. 2 v. u. lies «gemeinsame Ammoneenform» statt «gemeinsame Form».

Einleitung.

Zu den höher organisirten ausgestorbenen Cephalopoden gehören, wie bekannt, die sogenannten Ammoniten, deren complicirte Gehäuse durch sehr verschiedenartige und viele Merkmale sich auszeichnend, die geringsten Abänderungen an denselben zu beobachten gestatten. Dieser Umstand ist von grosser Wichtigkeit, sowohl zur Feststellung der genetischen Beziehungen der Ammoneen, als auch zur Fixirung der geologischen Horizonte. Die Ammoniten betrachtete man lange Zeit als den mesozoischen Ablagerungen ausschliesslich angehörend, und ihre Verwandtschaftsbeziehungen zu den einfacheren Ammoneen (vorzüglich zu den Goniatiten) blieben ganz unerforscht. Eine Fauna der Ammoneen, welche sich den typischen Ammoniten nähern, wurde in palaeozoischen Schichten zuerst im östlichen Theile des europäischen Russlands gefunden und in der «Géologie de la Russie» von Verneuil beschrieben. Die Ablagerungen, welche diese Ammoneen führen sind von Murchison und seinen Reisebegleitern zum Steinkohlensystem (Millestone-grit) gerechnet worden[1]). Später haben Pander und Möller diese Ablagerungen für oberpermische erklärt[2]). Meine im Jahre 1873 unter viel günstigeren Verhältnissen angestellten Untersuchungen führten zu dem Resultat, dass die in Rede stehenden Schichten einen Uebergangscharacter zwischen den Ablagerungen des carbonischen und permischen Systems zeigen, so dass sie streng genommen ebenso gut zu dem ersteren, als auch zum letzteren gehören könnten, indem sie im Osten des europäischen Russlands einen solchen Schichtencomplex darstellen, welcher die Ablagerungen beider Systeme vereinigt[3]).

Für diesen Schichtencomplex ist schon längst die Bezeichnung Artinskischer Sandstein aufgestellt worden[4]) und zwar unabhängig von seinem Vorkommen bei dem Artinsk-Hütten-

1) Murchison, Verneuil, Keyserling, Geology of Russia, ch. VII; Murchison, Siluria, 5 ed., 311.

2) Pander, Berg-Journ., 1862, I; Verh. d. Min. Ges. 1859—1862, 251. Moeller, Berg-Journ., 1862, I, 455; Verh. d. Min. Ges. 1859—1862, 263; Berg-Journ., 1865, IV.; Zeitschr. d. d. Geol. Gesellsch., 1865, XVII, 424.

3) Berg-Journ., 1874, II; Verhandl. d. Miner. Gesellsch., 1874, IX.

4) Die Sandsteine bilden in diesem Schichtencomplex das stark vorherrschende Gestein, aber auch Conglomerate, Schiefer, Mergel und Kalksteine treten mit demselben auf.

werk oder in anderen von dem letzteren entfernten Punkten. Indem ich diesen Schichtencomplex zu einer besonderen Etage auszuscheiden für zweckentsprechend hielt, gab ich ihr die Bezeichnung Artinsk-Stufe, die so zu sagen auf historischem Wege entstand. Hierbei muss ich bemerken, dass bei der, bei einigen russischen Geologen vorhandenen Neigung zur Aufstellung neuer Etagen, zuweilen nur eine neue Bezeichnung für Ablagerungen gegeben wird, für die schon eine fertige bestimmte Vorstellung vorhanden ist, während eine solche Aufstellung in Bezug auf die Artinsk-Stufe durch die Nothwendigkeit hervorgerufen wurde. Die Artinskischen Ablagerungen haben einen so eigenthümlichen Character, dass sie nach ihrem auffallenden Typus unter allen Sedimenten Russlands nur der Sarmatischen und Wolga-Stufe an die Seite gestellt werden können. Ausserdem kann die Artinsk-Stufe der vorhandenen Eintheilung des carbonischen und permischen Systems nicht angepasst werden.

Das weiter vorgeschrittene Studium der Artinskischen Ablagerungen verdankt die Wissenschaft den Untersuchungen der Kazan'schen Geologen, Prof. Stuckenberg, Krotow, Saizew, Iwanow und den Arbeiten der Mitglieder des Geologischen Comités Tschernyschew und Krasnopolsky. Besonders wichtig erscheinen die Untersuchungen von Tschernyschew und Krotow. Der erstere wies nach, dass auf einer bedeutenden Strecke des Ural'schen Vorlandes die Artinsk-Schichten von kalkig-dolomitischen Sedimenten überlagert werden, welche auch zum Permo-Carbon gehören [1]).

Krotow lieferte eine grosse Monographie der Artinsk-Stufe, in welcher 293 fossile Formen beschrieben und angeführt worden sind [2]). Nach der Ansicht dieses Gelehrten sind 150 derselben carbonische Arten, 53 — permische Formen; der grösste Theil aller übrigen gehört ausschliesslich der Artinsk-Stufe an. Diese Zahlen bedürfen freilich noch der Berichtigung, wie in Folge der neueren Arbeiten über die entsprechenden Ablagerungen, die ausserhalb Russlands angetroffen wurden, so auch wegen der weiten Auffassung der Art des Autors und aus einigen anderen Gründen. Jedenfalls werden in der Arbeit Krotow's die Beziehungen zwischen den carbonischen und permischen Formen in den Artinsk-Schichten ziemlich richtig dargestellt.

Nach dem Erscheinen dieser Arbeit hatte sich jedoch recht viel neues Material angesammelt, welches interessante Aufschlüsse zu geben versprach, um so mehr als Ammoneenführende und den Artinskischen Ablagerungen annähernd entsprechende Schichten im Salt-Range in Punjab [3]), Darwas (Buchara) [4]), Sicilien [5]), Djulfa in Transkaukasien [6]) und Texas (Nord-America [7]) gefunden wurden.

---

1) Tschernyschew, Bull. du Com. Géol., III, 10, 24. S. auch die neuerdings erschienene Beschreibung der Artinskischen Brachiopoden. Allgem. geol. Karte v. Russland. Bl. 139. Mém. du Com. Géol., III, № 4, 1889.

2) Krotow, «Artinskische Etage», Kazan, 1885. Arb. d. naturf. Gesellsch. in Kazan, XIII, № 5.

3) Waagen, Salt-Range fossils. Productus limestone, Mem. of the Geol. Surv. of India, Ser. XIII, I; Waagen. Mem. Geol. S. Ind. IX, 351; de Koninck, Quart. J. Geol. Soc. XIX, (pl. III, f. 5); Mém. sur l. fossiles pal. rec. d. l'Inde.

4) Karpinsky, Verh. d. russ. Miner. Ges., XVIII, 212.

5) v. Mojsisowics Verh. d. k.-k. Geol. R. Anst. 1882, 31. Gemmellaro, La fauna dei calcari con Fusulina d. valle d. fiume Sosio, 1887.

6) Abich, Geol. Forschung. in d. Kaukasischen Länd., 1878, I. Th.

7) Heilprin, On a carbon. ammonite fr. Texas. Proceed. Ac. Nat. Sc. Philadelphia, 1884, 53.

Ausserdem sind permo-carbonische Sedimente, die fast gar keine Ammoneen führen in vielen Gegenden angetroffen worden. Vor Allem wurden sie in Nord-America entdeckt, wo die Entblössungen der Nebraska-City am meisten bekannt sind[1]). Gleichzeitig mit meinen Untersuchungen sind auch Stache's Beobachtungen über die Ablagerungen des Gaithaler-Gebirges in Tirol[2]) veröffentlicht worden; ferner hat man das Permo-Carbon auf Spitzbergen[3]), in Australien (North-Queensland[4]) vielleicht in Persien wie auch in einigen anderen Gegenden und schliesslich in einigen neuen Punkten Russlands nachgewiesen.

Aber ausser dem marinen Permo-Carbon treten, wie bekannt, noch Ablagerungen auf, welche Reste einer gemischten permo-carbonischen Flora führen. Zuerst sind sie in West-Europa (an einigen Punkten Deutschlands, in Frankreich und Böhmen) nachgewiesen worden und später auch in Nord-America (in Virginien und Pensylvanien-Upperbarren Coal Mesures).

Im Osten des Europäischen Russlands haben die Ammoneen-führenden permo-carbonischen Schichten (Artinsk-Stufe) eine sehr grosse Verbreitung. Wie schon in meiner Arbeit bemerkt und ausführlich in der Monographie Krotow's angezeigt worden ist, erstrecken sich die Artinsk-Schichten längs dem Westabhange des Urals von der Kirgisen-Steppe bis zum Eismeere[5]), indem sie einen Streifen stellenweise von mehr als 100 Kilometer Breite bilden. Die beigelegte Karte (Fig. 1) zeigt in anschaulicher Weise die Verbreitung der Artinsk-Schichten.

Fig. 1. Karte d. östl. Theils d. europäischen Russlands.

Maasstab $= \frac{1}{20{,}000{,}000}$.

▬ — Artinsk-Stufe.

Zwischen der Petschora und dem Fluss Ural ist die Verbreitung der Artinsk-Schichten ziemlich genau bekannt. Ueber diese Schichten östlich von der Petschora sind nur wenige Daten vorhanden; in der Kirgisen-Steppe sind sie fast gar nicht untersucht worden.

1) Geinitz, Carbon-formation und Dyas in Nebraska 1866.

2) Stache, Verh. d. k.-k. Geol. R. Anst. 1874, 87. Jahrb. d. k.-k. G. R. Anst., 1874, II.

3) Toula, Permo-Carbon-Fossilien v. d. Westküste v. Siptzbergen. N. Jahrb. f. Min. etc., 1875, 225.

4) Etheridge, On a collection of fossils from the Buwer River Coalfield etc. R. phys. Soc. of Edinburgh. 1880, 1881.

5) Die näheren Details und die Litteratur s. in Krotow's «Artinskische Etage».

BESCHREIBUNG DER ARTEN.

PROLECANITIDAE Hyatt.

Pronorites v. Mojsisovics.

Goniatites (de Haan, p.) Phillips. Geology of Yorksh. 1836. 237.
Goniatites (de Haan, p.) Verneuil, Bronn, Brown, Morris, Eichwald, Rœmer, Grünewaldt, Karpinsky, Bigsby, de Koninck, Barrois etc.
Aganides (Montfort, p.) d'Orbigny, Prodr. de pal. strat. 1850, I, 115.
Ammonites (Bruguière, p.) Giebel, Fauna der Vorwelt, 1852, III, 410.
Pronorites v. Mojsisovics. Die Cephalopoden d. Mediterr. Triasprovinz. 1882, 201.
Pronorites (v. Mojsisowics). Hyatt, Karpinsky, Krotow etc.

Zwei Arten der angeführten Gattung (*Pr. cyclolobus* und *Pr. mixolobus*) sind schon von Phillips im Jahre 1836 aufgestellt worden[1]). Später hatte dieser Autor aus den Carbonablagerungen von Devonshire unter der Bezeichnung *Goniatites mixolobus* eine Form beschrieben, welche unzweifelhaft eine besondere Art darstellt[2]). Die von Roemer[3]) mit *G. cyclolobus* und *G. mixolobus* verglichenen Formen gehören, nach der Bemerkung dieses Fachgenossen selbst[4]), nicht zu diesen Arten und zwar stellt die letztgenannte Form *G. cyclolobus* dar. Im Jahre 1874 habe ich zu diesen Formen noch zwei neue Arten (*Pr. praepermicus* und *Pr. postcarbonarius*) aus den Schichten der Artinsk-Stufe hinzugefügt[5]). Schliesslich ist später noch von Barrois, wie mir scheint, eine neue *Pronorites*-Art aus den Pyreneen (*marbre griotte*) unter dem Namen *Gon. cyclolobus* beschrieben worden, mit welchem sie in der That die grösste Aehnlichkeit hat[6]).

1) Phillips, l. c., p. 237, pl. XX, f. 40—42.
2) Phillips, Figures and descript. of the palaeoz. fossils of Cornwall, Devon etc. 1841, p. 123, pl. II, f. 235 a, f, g. De Konninck führt mit Unrecht diese Form, welche ich als *Pr. Phillipsi* zu benennen vorschlage, aus den devonischen Schichten an. (Faune du calcaire carbon. de la Belgique, p. 122).
3) F. A. Römer, Beitr. z. geol. Kenntn. d. n. w. Harz. Palaentogr. III, S. 51. Tf. 8, Fig. 14; S. 95, T. XIII, F. 34.
4) Palaeontogr. IX, S. 71.
5) Verh. d. Miner. Gesellsch. St. Petersb. IX.
6) Barrois, Ann. d. l. Soc. géol. du Nord. 1879, VI. p. 281. Bull. com. map. géol. d'Esp. VIII, 1881, f. 21. Recherches s. l. terr. anc. d'Asturies et de la Galice, 1882, p. 295, pl. XIV, f. 2.

In meiner Arbeit über die Artinsk-Schichten[1]), und auch später[2]) ist schon nachgewiesen worden, dass die in Rede stehenden Goniatiten eine besondere Gruppe oder Gattung darstellen. Abgesehen davon ist auch Mojsisovics zu derselben Ansicht gelangt, indem er zugleich für sie den Gattungsnamen *Pronorites* vorschlug und ausserdem den genetischen Zusammenhang zwischen dieser Gattung und den triasischen Ammoniten, die er zur Gattung *Norites* brachte, nachwies. Endlich sind in letzter Zeit von Prof. Gemmellaro Mittelformen zwischen *Norites* und *Pronorites* untersucht und in der neuen Gattung *Parapronorites* vereinigt worden. Die Beschreibung noch einiger verwandten Ammoneen soll weiter unten gegeben werden.

Die Gattung *Pronorites* kann durch folgende allgemeine Merkmale characterisirt werden:

Schale discoidal, glatt, bei vollständigem Erhaltungszustande sind nur die Anwachsstreifen zu bemerken. Auf die ellipsoidale Anfangskammer folgen die wenig umfassenden Umgänge mit elliptischem Querschnitt (schwach ausgeschnitten durch den vorhergehenden Umgang). Die Entwickelung einiger Arten (*Pr. mixolobus* Phil., *Pr. Phillipsi* n. sp., *Pr. cyclolobus* Roem. non Phill.) endigt mit diesem Stadium. Die nächstfolgenden Umgänge erscheinen zusammengedrückt oder auf den Seiten abgeflacht mit abgerundeter, flachgewölbter oder flacher Siphonalseite, wobei die Umgänge immer stärker anwachsen und bisweilen sogar ganz umfassend erscheinen, indem sie nicht nur den vorhergehenden Umgang, sondern auch einen Theil des Nabels bedecken, dessen Diameter bei ausgewachsenen Exemplaren kleiner als bei verhältnissmässig jungen Individuen ist. Allein der grösste Theil der Arten erreicht nicht dieses Stadium der Einrollung. Bei einigen Arten entwickelten sich die stark umfassenden Umgänge schon bei einem kleinen Durchmesser der Schale (z. B. *Pr. praepermicus*), bei anderen — bei verhältnissmässig grossem (*Pr. cyclolobus* var. *uralensis*).

Beî einigen Arten (*Pr. postcarbonarius* und *praepermicus*) erscheint schon auf der Siphonalseite der jungen Windungen in der mittleren Schnittfläche derselben von der Innenseite der Schale ein feiner Längskiel (Taf. I, Fig. 2 *d*), welcher auf dem Steinkern eine sehr deutlich ausgeprägte und regelmässige Längsfurche hinterlässt (Taf. I, Fig. 3 *c*). Der Kiel und die Furche erscheinen auch auf der Wohnkammer, indem sie nur in der Nähe der Apertur verschwinden. Dieses Merkmal ist nicht mit derselben Erscheinung zu verwechseln, welche auf dem Anfangstheile der Wohnkammer einiger Nautiliden und Ammoneen (z. B. *Pinacoceras*, *Didymites*) beobachtet wird. Ueber die Bedeutung dieser Furche soll das Nähere weiter unten besprochen werden.

Die Wohnkammer nimmt, nach den untersuchten Exemplaren (von *Pr. postcarbonarius* und *Pr. praepermicus*), $^3/_4$ des letzten Umganges ein.

Contractionen oder Einschnürungen sind auf der Schale nie beobachtet worden.

---

1) Verh. d. Miner. Ges. St. Peterb. IX, 295. | 2) Abh. d. Gesellsch. d. Naturf. St. Petersburg, X, 70.

Die erste Lobenlinie bildet einen breiten Ventralsattel (Fig. 2*a*), wie bei den Goniatiten (und Ammoniten), welche Branco als *Latisellati* bezeichnet hat. Die zweite Suturlinie besteht aus einem Ventrallobus und zwei Externsätteln (Fig. 2 *b*). Auf sehr jungen Umgängen bildet die Lobenlinie einen einfachen schmalen und tiefen Siphonallobus und zwei (auf jeder Seite) einfache flachere Lateralloben (Fig. 3). Bei der weiteren Entwickelung der Schale verändert sich die Gestalt des Siphonallobus, indem von den Seiten an seinem Grunde kleine, anfangs breite und abgerundete Secundärsättelchen (Fig. 4, *a*) erscheinen, welche allmählig einen schärfer ausgeprägten und winkligen Umriss annehmen, wodurch der Siphonallobus in drei Theile zerfällt, von welchen der mittlere am Grunde offen erscheint (Fig. 5). Die Laterralloben sind anfangs einfach, aber später flacht sich das Ende des ersten Laterrallobus ab; bei den folgenden Lobenlinien erscheint an seinem Grunde ein Secundärsattel, wodurch der Lobus zweitheilig wird (Fig. 6). Von diesem Moment an wird der erste Laterallobus breiter, fast zwei mal, und noch breiter als der zweite Laterallobus, welcher wie alle anderen Lateralloben stets einfach und am Grunde abgerundet oder spitzig erscheint; eine derartige Zuspitzung ist, wie es scheint, nur einigen Arten im ausgewachsenen Zustande eigen. Alle Loben sind durch verhältnissmässig schmale am oberen Ende abgerundete Sättel verbunden. Mit dem Wachsthum der Schale prägt sich die weitere Entwickelung der Lobenlinien nicht nur durch die Bildung neuer einfacher Lateralloben und Sättel am Nabelrande der Umgänge aus, sondern auch durch eine schwache Veränderung in der Gestalt des Siphonallobus. Diese Veränderung besteht darin, dass die Linien, welche den mittleren offenen Theil des Siphonallobus begrenzen, kürzer werden, sich begegnen und einen geschlossenen, spitzen Secundärlobus bilden (Fig. 7 *a*). Schliesslich werden bei ausgewachsenen Exemplaren einiger Arten die secundären Seitenloben (Fig. 8, *b*) tiefer als der secundäre Mittellobus (*a*), so dass am Grunde des Siphonallobus ein Medianhöcker entsteht, welcher am Ende durch einen Einschnitt getheilt wird.

Fig. 2. Erste (*a*) und zweite (*b*) Lobenlinien des *Pronorites praepermicus* Karp.

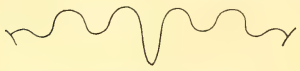


Fig. 3. *Pron. cyclolobus* Phill. *v. uralensis* Karp.

Fig. 4. *Pr. cyclolobus v. uralensis.*

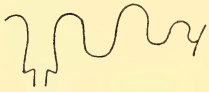


Fig. 5. *Pr. cyclolobus v. uraleosis.*

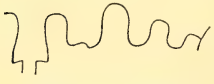


Fig. 6. *Pr. cyclolobus v. uralensis.*

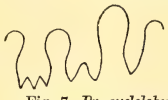


Fig. 7. *Pr. cyclolobus v. uralensis.*

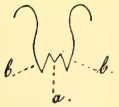


Fig. 8. *Pr. praepermicus.*

In Bezug auf die Lateralloben ist noch Folgendes zu bemerken. Wie aus dem Obigen zu ersehen ist, theilen sie sich in zweispitzige (bei *Pr. mixolobus* — dreispitzige) und einfache. Von den ersteren erscheint von dem Moment

ihrer Bildung bis zur Endform der Schale stets nur einer von jeder Seite. Die Anzahl der einfachen Loben ist nicht constant und vergrössert sich mit dem Wachsthum der Schale. Die Lateralloben bilden ihrer Lage nach auch zwei Gruppen, welche nicht mit ihrer Eintheilung in der Form zusammenfallen. Ein Theil der Lateralloben liegt ausserhalb der Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges, der andere innerhalb derselben. Die Wichtigkeit einer solchen Eintheilung der Loben bei den Ammoneen ist von Buch, Sandberger u. A., in letzter Zeit namentlich von Mojsisovics nachgewiesen worden. Die Anzahl der Loben der ersten Gruppe für jede *Pronorites*-Art erscheint unabhängig von der Höhe der Umgänge constant; die Anzahl der Loben der 2. Gruppe ist verschieden und nimmt desto rascher zu, je mehr die Umgänge sich umfassen. In der untenfolgenden Beschreibung werde ich der Kürze und Bequemlichkeit halber den Theil der Umgänge, welche sich ausserhalb der die Siphonalseite des vorhergehenden Umganges berührenden Oberfläche befindet, als *evoluten* Theil der Umgänge (Fig. 9, *a b a'*) bezeichnen und den Theil innerhalb dieser Oberfläche — als *involuten* (*a c*, *a' c'*). In Folge dessen befinden sich die Loben, die ausserhalb der Projectionsspirale liegen, auf dem evoluten Theile des vorhergehenden Umganges; auf dem involuten Theile dagegen die Loben, die innerhalb dieser Spirale liegen.

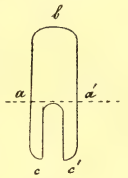


Fig. 9.

Aus der obenangeführten Beschreibung der Entwickelung der *Pronorites*-Schale ersieht man, dass sie im Jugendzustande nach dem Character der Umgänge, ihrer Sculptur und den Lobenlinien (Fig. 3) im höchsten Grade dem *Gon. tetragonus* Roem. (aus dem Ibergerkalk) gleicht und sich hauptsächlich durch die viel geringeren Dimensionen unterscheidet[1]).

Gon. tetragonus gehört zur *Goniatites*-Gattung, welche dem *Prolecanites* so nahe steht, dass die Characteristik des letzteren auch fast vollständig der in Rede stehenden Art entspricht. Der wesentlichste Unterschied besteht darin, dass der Siphonallobus dieser Art viel tiefer als die Lateralloben erscheint und die letzteren zwei von jeder Seite eine breite flache Form haben.

Die typischen Prolecaniten stellen höchst wahrscheinlich die nächste Abzweigung derselben Gattung dar, zu welcher *Gon. tetragonus* gehört und die man mit dem Namen *Ibergiceras* bezeichnen könnte, was auf den geologischen Horizont hinweisen würde, zu welchem diese Form gehört.

In dem weiteren Entwickelungsstadium (Fig. 5) wird die *Pronorites*-Schale der von Sandberger[2]) unter dem Namen *Gon. mixolobus* beschriebenen sehr ähnlich und in

1) F. A. Römer, Palaeontogr. III, 39, T. VI, Fig. 9. Der letzte Umgang von *G. tetragonus* hat einen viereckigen Querschnitt, wie in der Stadium der bekannten *Pronorites*-Arten mit complicirteren Suturen. Jedenfalls stellt der Querschnitt der Umgänge, welcher sich mit dem Alter einer und derselben Art verändert, in den hier betrachteten Formenreiche ein Merkmal dar, welches nicht zur Unterscheidung der Gattung dienen kann.

2) Sandberger. Versteiner. d. rhein. Schichten-Syst. in Nassau, S. 67, Tf. IX, Fig. 6; Tf. III, Fig. 13(?).

genereller Beziehung sogar identisch; die letztere gehört aber weder zu dieser Art noch zu der Gattung *Pronorites*, indem sie sich durch den einfachen ersten Laterallobus und von der Gattung *Prolecanites* Mojs. durch den zusammengesetzten Siphonallobus unterscheidet. Es scheint mir daher zweckentsprechend zu sein diese Gattung mit einer besonderen Bezeichnung *Paraprolecanites* aufzustellen[1]). Bei weiterem Wachsthum der Schale erhält *Pronorites* die Merkmale, die für diese Gattung typisch sind.

Auf diese Weise durchläuft die Schale von *Pronorites*, angefangen von dem zweiten Umgange bis zum ausgewachsenen Zustande drei Entwickelungsphasen: *Ibergiceras (Prolecanites)*-Stadium, *Paraprolecanites*-Stadium und *Pronorites*-Stadium.

Pronorites cyclolobus Phill.

var. uralensis, n. var.

(Taf. I, Fig. 4 *a—n*).

Goniatites cyclolobus Phillips. Geol. of. Yorksh. II, 237, pl. XX, f. 40—42.
Goniatites cyclolobus (Phill.) Verneuil. Russia and the Ural m. II, 370.
Goniatites cyclolobus (Phill.) Brown. Illustr. of the foss. Conch. of Gr. Brit. 29, pl. XXI, f. 19, 20.
Aganides cyclolobus (Phill.) d'Orbigny. Prodr. de pal. strat. II, 115.
Ammonites cyclolobus (Phill.) Giebel. Fauna d. Vorwelt. III, 410.
Goniatites mixolobus (Phill.) F. A. Römer. Palaeont. III, 51, Tf. VIII, Fig. 14.
Goniatites cyclolobus (Phill.) Grünewaldt. Mém. de l'Acad. d. Sc. d. St. Pétersb. VII ser., II № 7. 1860, 137.
Goniatites cyclolobus (Phill.) Eichwald. Lethaea Rossica, I, 1326.
Goniatites cyclolobus (Phill.) F. A. Roemer. Palaeontogr. IX, 167, Tf. XXVII, F. 1.
Pronorites cyclolobus (Phill.) v. Mojsisovics. Cephal. d. Medit. Triasprov. 201.
Goniatites cyclolobus (Phill.) de Koninck. Faune du calc. carbon. de la Belgique II, 121, pl. L, fig. 5 et 6. Ann. du Musée R. Série palaeont. T. V.

In der in der *Geol. of. Russia* gegebenen vortrefflichen Beschreibung dieser Art aus dem Kohlenkalk von der Schartymka am Ostabhange des südlichen Urals kann ich nur folgende Data hinzufügen.

Auf die walzenförmige Anfangskammer folgen sehr wenig umfassende Umgänge, deren Involubilität allmählig grösser wird, aber anfangs nur in sehr geringem Grade. So z. B. umfasst der 4 Umgang am Anfange ungefähr nur $^1/_4$ des vorhergehenden Umganges, wobei die Höhe des evoluten Theiles dieses 4 Umganges 6 oder 7 mal die Höhe seines involuten Theiles übertrifft, oder mit anderen Worten die Höhe des Ausschnittes von dem vorhergehenden Umgang. Mit dem späteren Schalenwachsthum nimmt die Involubilität der Umgänge immer mehr und mehr zu, so dass die Umgänge sich schliesslich ganz umfassen und wie es scheint sogar einen Theil des Nabels verdecken. Im Zusammenhange mit diesem

1) *Paraprolecanites* und *Prolecanites* stehen in denselben Beziehungen zu einander, wie *Triainoceras* Hyatt. zu *Sandbergeroceros* Hyatt.

Wachsthum der Umgänge erscheint der Nabel anfangs verhältnissmässig sehr breit und rasch zunehmend, dann aber wird sein Durchmesser nur allmählig grösser und bleibt schliesslich von gleicher Grösse, während dagegen die Höhe der Umgänge stark zunimmt. Auf diese Weise erreicht der Nabel bei einem Durchmesser der Schale von 4—5 Mm. die Hälfte dieses Durchmessers und bei 30 Mm. nur $^1/_5$ des letzteren. Der erste und zweite Umgang haben einen querelliptischen Umriss (mit einem schwachen Ausschnitt vom vorhergehenden Umgang), der Querschnitt der folgenden Umgänge wird anfangs länglich elliptisch und dann auf den Flanken durch fast parallele Linien, auf der Siphonalseite aber von einer flach abgerundeten Linie begrenzt.

Die Medianfurche wird auf der Siphonalseite der Steinkerne selten beobachtet und erscheint auf gut erhaltenen Exemplaren viel schwächer, als auf der Schale der untenbeschriebenen permo-carbonischen Arten. Auf den jungen Umgängen ist sie dem Anscheine nach nicht vorhanden und wird (unter der Lupe) nur bei ungefähr 3,5 Mm. Höhe der Umgänge sichtbar.

Nach dem in Fig. 4 *c*, *d* abgebildeten Exemplar zu urtheilen, welches unzweifelhaft ein Fragment der Wohnkammer der in Rede stehenden Art darstellt, erscheinen in der Nähe der Apertur schwache abgerundete Rippen, die auf der Siphonalseite deutlicher zu bemerken sind, wo sie in entgegengesetzter Richtung zur Einrollung schwach ausgebogen sind und auf den Seitenflächen der Schale allmählig verschwinden.

Der Character und die Entwickelung der Lobenlinien sind zum Theil schon oben erwähnt worden. Sie sind in auf einander folgender Weise in Fig. 4 *g*—*l*, Taf. I dargestellt. Wenn die Entwickelung der Umgänge das *Pronorites*-Stadium erreicht, wird die Anzahl der auf dem evoluten Theile befindlichen Lateralloben constant und zwar befinden sich von jeder Seite des Siphonallobus ausser dem ersten zweitheiligen Laterallobus noch zwei einfache Loben. Die Anzahl der übrigen Lateralloben (Auxiliarloben, welche sich auf dem involuten Theile der Umgänge befinden), welche anfangs fehlen, nimmt allmählig zu, so dass an ausgewachsenen Exemplaren bei einer Höhe der Umgänge von 10—15 Mm. die ganze Anzahl der Lateralloben 5 oder mit dem auf der Nabelwand liegenden Lobus 6 beträgt. Die Basis des Siphonallobus der jungen Exemplare, die tiefer als die des ersten Laterallobus liegt, erscheint bei grossen Exemplaren im gleichen Niveau mit der letzteren. Das Entwickelungsstadium des Siphonallobus bei *Pronorites*, bei welchem der mittlere Theil seiner Basis sich in einen Medianhöcker verwandelt, ist bei *Pr. cyclolobus* nicht beobachtet worden. Dreiviertel der Breite der ersten Lateralloben befindet sich auf den Seitenflächen der Schale. Die Externsättel sind ungefähr zweimal niedriger als die ersten Lateralsättel.

Dimensionen.	I Fig. 4 *a*, *b*.	II	III	IV	V	VI	
Durchmesser	30[1])	23	22	21	14	8	Mm.
Höhe des letzten Umganges . .	15	11	10	8	6	3	»
Breite » » » . .	9	—	6,6	6	4	2,5	»
Durchmesser des Nabels . . .	6	—	6	6	5	3,5	»

1) 30 Mm. in der Richtung des verticalen Durchmessers auf der Abbildnng; der grösste Durchmesser des abgebildeten Exemplars = 33 Mm.

Vergleichung. Eine genaue Vergleichung der Ural'schen Formen mit den Exemplaren des *Gon. cyclolobus* von Yorkshire ist nach dem gegenwärtig vorhandenen Material ziemlich schwierig, da die von Phillips gegebene Beschreibung sehr kurz und die Abbildungen skizzenhaft sind. Nimmt man an, dass die Abbildungen den Dimensionen des Originals entsprechend gegeben sind, so muss man schliessen, dass die englische Form sich von den Ural'schen Exemplaren bei gleichem Durchmesser durch die weniger umfassenden Umgänge unterscheidet und folglich einen verhältnissmässig breiteren Nabel darstellt. Die belgischen Exemplare und das vom Harz, welche von de Koninck und Roemer beschrieben worden sind, entsprechen ganz den englischen.

Bei einem Durchmesser der belgischen Exemplare von 30 Mm. erreicht der Durchmesser des Nabels 9 Mm., während er bei den Ural'schen Exemplaren $1\frac{1}{2}$ mal geringer (6 Mm.) ist. In Betreff der Medianfurche auf den Steinkernen der belgischen und englischen Exemplare kann man einstweilen nichts Bestimmtes sagen, da sie nur bei sehr guter Erhaltung zu bemerken ist und an den meisten der Ural'schen Exemplaren auch nicht zu sehen ist. In der von Phillips gegebenen Abbildung (l. c. pl. XX, f. 41) ist längs der Siphonalseite eine Linie angegeben, die wahrscheinlich nach der auf dem Originalexemplar vorhandenen Medianfurche abgebildet ist, welche im Text gar nicht erwähnt wird. Auf dem gut erhaltenen Exemplar vom Harz erscheint eine deutliche Medianfurche, die von Roemer im Text und in der Abbildung (Pal. IX, p. 11, pl. IV, f. 1) angeführt wird.

Der oben angeführte Unterschied der Ural'schen Form, welcher in ihrer grösseren Involubilität besteht, veranlasst diese Form als eine besondere Varietät oder Mutation zu betrachten, da der Schartym'sche Kalkstein jünger als die englischen, belgischen und germanischen Ablagerungen mit dem typischen *G. cyclolobus* ist.

Es bleibt noch die Ural'sche Form mit der von Barrois aus dem marbre griotte in den Pyrenäen unter der Bezeichnung *Gon. cyclolobus* beschriebenen Art übrig. Die letztere stellt meiner Ansicht nach eine neue Art dar, welche ich zu Ehren des talentvollen französischen Geologen als *Pron. Barroisi* zu benennen vorschlage. Von der Ural'schen Varietät des *Gon. cyclolobus* zeichnet sie sich hauptsächlich durch folgende Merkmale aus:

1) Bei gleichem Durchmesser der Schale erscheinen die Umgänge weniger umfassend. Nach der Abbildung der Pyrenäischen Form zu urtheilen nimmt die Breite des Nabels bei einem Schalendurchmesser von 48 Mm. rasch zu, während bei der Ural'schen Form die Umgänge bei einem Durchmesser von ungefähr 20 Mm. sich ganz umfassen. Die Nabelgrösse nimmt rascher zu als bei dem typischen *Pr. cyclolobus*.

2) Die Form der Lobenlinien, welche aus breiteren Loben und Sätteln, als bei den Ural'schen und typischen *Pr. cyclolobus* bestehen. Die eckigen Theile, in welche der erste Laterallobus sich spaltet, gehen bei der Pyrenäischen Form nach zwei verschiedenen Richtungen auseinander, dagegen verlaufen sie bei der Phillips'schen Form parallel in der entgegengesetzten Richtung zur Einrollung. Die beigefügten Copien von den, von de Koninck und Barrois gegebenen Abbildungen in einem und demselben Maassstabe

(Fig. 10) zeigen einen auffallenden Unterschied im Umriss der Lobenlinien bei beiden betrachteten Formen.

3) Bei dem typischen *Pr. cyclolobus* und der Ural'schen Varietät bemerkt man schon bei einer Höhe der Umgänge von 13 Mm. vier einfache Lateralloben, während bei den Pyrenäischen Exemplaren bei einer Höhe, welche nach der Abbildung zu urtheilen an 22 Mm. erreicht, nur drei einfache Lateralloben vorhanden sind. Bei einer solchen Höhe, die bei *Pr. cyclolobus* noch nicht beobachtet worden ist, wäre die Anzahl der einfachen Lateralloben bei dem letzteren (bis zum Nabelrande) nicht weniger als fünf.

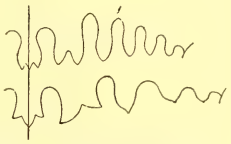


Fig. 10. *Pronorites cyclolobus* (Copie nach de Koninck). *Pr. Barroisi* (Copie nach Barrois).

4) Nach der Abbildung des *Pron. Barroisi* zu urtheilen ist die Anzahl der Lateralloben, welche sich auf dem evoluten Theile der Umgänge befinden, grösser als bei *Pr. cyclolobus*.

Fundort. *Pr. cyclolobus* var. *uralensis* findet sich im oberen Kohlenkalk an der Schartymka auf dem Ostabhange des südlichen Urals und am Westabhange desselben bei der Stadt Sterlitamak [1]).

Pronorites praepermicus Karp.

(Taf. I, Fig. 2, *a—n*).

Goniatites praepermicus. Karpinsky. Verh. d. K. Min. Ges. 1874, IX, 293. Tf. XII, Fig. 15—17.
Pronorites praepermicus. (Karp.) v. Mojsisovics. Cephal. d. Med. Tiasprov. 201.
Pronorites sp. indeterminatus. Karpinsky. Verh. d. K. Min. Ges. XVIII, 216. Permo-carb. Sch. in Darwaz.
Goniatites (Pronorites) praepermicus (Karp.). Krotow. Artinskische Etage, 201, Tf. 1, Fig. 16—21.
Goniatites (Pronorites) praepermicus (Karp.). Krotow. Geol. Forsch. in d. Gebiet. v. Tscherdyn u. Ssolikamsk. Mém. du Com. Géol. VI, 473.

Zu der Beschreibung, die von mir und Krotow gegeben worden ist, wie auch zu den obenangeführten Daten, welche sich auf alle Arten der Gattung *Pronorites* beziehen, kann man Folgendes hinzufügen.

Der erste Umgang berührt kaum die Anfangskammer, der zweite Umgang ist nur wenig umfassend, der dritte verdeckt bis zur $^1/_2$ den vorhergehenden, der vierte bis $^3/_4$; der nächstfolgende Umgang wird ganz umfassend, und die späteren verdecken sogar einen Theil des Nabels [2]). Von allen bekannten Pronoriten hat die in Rede stehende Art bei gleichem

1) Auf dem einzigen hier aufgefundenen Exemplare sind die Medianfurche und die Lobenlinien vorzüglich zu sehen. Der einzige Unterschied von den Schartym'schen Exemplaren, welcher nur an der Lobenlinie zu beobachten ist, besteht im grösseren Contraste zwischen den Dimensionen des ersten hohen Lateralsattels und des zweiten Sattels.

2) Aus diesen Zahlen ersieht man, das die Involubilität ziemlich rasch in den Grenzen eines und desselben Umganges zunimmt. In dieser Beziehung bemerkt man bei verschiedenen Individuen einige Schwankungen; daher kann die Involubilität des 2ten, 3ten und überhaupt der jungen Umgänge nicht in ganz genauen Zahlen ausgedrückt werden.

Schalendurchmesser die involutesten Umgänge und den kleinsten Nabel, welcher an ausgewachsenen Exemplaren ungefähr $^1/_7$ des Schalendurchmessers erreicht. Die Breite der jüngeren Umgänge ist grösser als ihre Höhe; das Umgekehrte bemerkt man, wenn die Umgänge sehr involut werden. Dabei werden die abgerundeten Flanken der Schale flach und parallel zu einander.

An gut erhaltenen Exemplaren ist auf den Steinkernen die Medianfurche, welche durch den feinen Längskiel (Fig. 2 *d*, Taf. I) auf der Innenfläche der Siphonalseite der Schale entsteht, deutlich zu erkennen.

In Betreff der Lobenlinien, die den allgemeinen Character der Suturen der Pronoriten besitzen, ist Folgendes zu bemerken. Die erste Suturlinie besteht aus einem breiten Ventralsattel (Taf. I, Fig. 2 *f*, *c*), die zweite aus einem Ventrallobus und zwei Externsätteln (Fig. 2 *g*). Die Suturen, welche dem *Ibergiceras*-Stadium entsprechen, sind am Ende des ersten Umganges (Fig. 2 *i*) beobachtet worden; ungefähr in der Mitte des zweiten Umganges erkennt man die Suturen, die dem *Paraprolecanites*-Stadium (Fig. 2 *k*) entsprechen; schliesslich nehmen am Ende des zweiten oder zu Anfang des dritten Umganges die Suturen den Character der Pronoriten (Fig. 2 *l*) an. Die weitere Entwickelung der Suturen, welche in Fig. 2 *m* dargestellt ist, zeigt, dass der offene mittlere Theil des Siphonallobus mit dem Wachsthum der Schale sich schliesst, wobei er allmählig kürzer wird, so dass bei ausgewachsenen Exemplaren an der Basis ein Medianhöcker mit einem Einschnitt am Ende (Fig. 2 *n*) entsteht. Die Basis des Siphonallobus, welche bei den jungen Exemplaren unter der Basis des ersten Laterallobus liegt, erreicht allmählig mit dem Wachsthum der Schale fast dasselbe Niveau. Die Externsättel sind stets niedriger als die ersten Lateralsättel. Der erste Laterallobus liegt grösstentheils (ungefähr $^2/_3$ desselben) auf den Lateralseiten der Umgänge. Beide Theile, in welche dieser Lobus am Grunde zerfällt, haben in jedem Alter einen abgerundeten oder eckiggerundeten Umriss. Die Anzahl der einfachen Lateralloben beträgt bis 5 (ohne die Loben, welche sich auf der Nabelwand befinden).

Die einfachen Loben sind am Grunde abgerundet, bei ausgewachsenen Exemplaren eckiggerundet, wobei aber die dem Nabel zunächst liegenden abgerundet bleiben.

Auf dem evoluten Theile der Schale befinden sich auf jeder Seite zwei Lateralloben, ein zweitheiliger und ein einfacher.

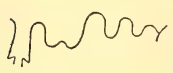


Fig. 11. *Fr. praepermicus* Darwaz.

Der von mir beschriebene kleine *Pronorites* aus dem kieseligthonigen Kalkstein in Darwaz (Centralasien) gehört nach den detaillirten Untersuchungen der Lobenlinien (Fig. 11) wahrscheinlich zu *Pr. praepermicus*.

Dimensionen. Die Dimensionen sind schon von mir und Krotow angeführt worden. Zur Vervollständigung dieser Data sind hier die Dimensionen der Schale in verschiedenem Alter gegeben:

(Fig. 2 *b*, Taf. I. Fig. 2 *c*).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Durchmesser	22	—	19	16	—	6,8	2,36	0,71
Höhe des letzten Umganges.	12	12	11	9	8	2,7	0,85	0,23
Breite	7	8	7,8	6	6	3	1,14	0,71
Durchmesser des Nabels.	3	—	3	3	—	2,2	1,0	0,25

Vergleichung. *Pronorites praepermicus* könnte am meisten mit *Pr. cyclolobus* verwechselt verden, von welchem er sich jedoch durch die umfassenden Umgänge und folglich durch einen bedeutend engeren Nabel scharf unterscheidet (Fig. 12). Dieser Unterschied in der Involubilität der Umgänge äussert sich schon an sehr jungen Exemplaren und erscheint mit dem Schalenwachsthum immer schärfer ausgeprägt. Bei gleichem Durchmesser ist die Anzahl der Umgänge geringer als bei *Pr. cyclolobus;* die Höhe der Umgänge bei der letzteren Art wird beim 2. oder 3. Umgange grösser als die Breite; bei *Pr. praepermicus* ist die Breite dieser Umgänge grösser als die Höhe. Die Medianfurche ist schärfer ausgeprägt als bei *Pr. cyclolobus*. Auf dem evoluten Theile der Schale des *Pr. praepermicus* befinden sich von jeder Seite zwei Lateralloben, bei *Pr. cyclolobus* drei. Bei einer Höhe der Umgänge von ungefähr 11—12 Mm. verwandelt sich der mittlere Theil des Siphonallobus in einen Medianhöcker; der Siphonallobus erreicht bei *Pr. cyclolobus* weder bei dieser, noch bei einer grösseren Höhe dieses Entwickelungsstadium. Schliesslich spitzen sich die Lateralloben bei *Pr. cyclolobus* an ihrem Grunde ziemlich früh zu, während bei der Artinskischen Form die Loben am Grunde abgerundet oder eckiggerundet erscheinen.

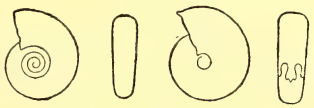


Fig. 12. *Pr. cyclolobus v. uralensis.* *Pr. praepermicus.*

Vorkommen. *Pr. praepermicus* gehört zu den gewöhnlichen Formen der Artinsk-Stufe. Die von mir untersuchten Exemplare stammen aus dem Kalkstein an der Ssakmara bei Kundrowka; aus dem Sandstein am Grossen Ik (unweit von dem Dorfe Jangibaewa und Berg Chanysch), an der Oka (unweit von dem Dorfe Ssuchanowa) an der Ttchussowaja, unterhalb der Kleinen Waschkur, an der Uswa (zwischen den Felsen Nawisschij Kamen und Maloje Brewno), an der Koswa unterhalb der Mündung der Chaldina und an der Wischera (Kuminy Wody); aus dem kieselig-thonigen Kalkstein an der Petschora unterhalb der Mündung der Unja; aus dem ähnlichen Kalkstein von Darwaz in Buchara.

Pronorites postcarbonarius Karp.

(Taf. I, Fig. 3 *a—d*).

Goniatites postcarbonarius Karpinsky. Verh. d. K. Min. Ges. IX, 291, Tf. XII, F. 6—8.
Pronorites postcarbonarius (Karp.) v. Mojsisovics. Cephal. d. Med. Triaspr. 201.

Goniatites (*Pronorites*) *postcarbonarius* (Karp.) Krotow. Artinskische Etage 203. Tf. I, Fig. 22—24.
Goniatites (*Pronorites*) *postcarbonarius* (Karp.) Krotow. Mém. du Com. Géol. VI, 474.

Zu der von mir und Krotow gegebenen Beschreibung als auch zu dem bereits Gesagten über den allgemeinen Character der Schale der *Pronorites*-Gattung bleibt nur wenig hinzuzufügen.

Alle bei Kundrowka an der Ssakmara gefundenen Exemplare haben solche Umgänge, welche schon bei einer Höhe von 2 Mm. einen fast viereckigen Querschnitt, mit fast flachen Siphonal- und Seitenflächen darstellen, während in den nördlicheren Theilen des Urals eine Varietät auftritt, die sich durch eine abgerundetere Siphonalseite auszeichnet, wobei an den jüngeren Umgängen diese Abrundung mehr hervortritt, was übrigens ein allgemeines Merkmal der Schalen der *Pronorites*-Gattung bildet.

In der Umgegend der Artinsk-Hütte finden sich nicht nur die Formen des Ssakmar'schen Typus, sondern auch mit flachabgerundeter Siphonalseite. Der angeführte Unterschied lässt zwei Varietäten unterscheiden, von denen die seltenere mit fast viereckigem Querschnitt der Umgänge als *Pronorites postcarbonarius* var. *tetragonus* und die gewöhnlichere, als *Pr. postcarbonarius* var. *vulgaris* bezeichnet werden könnten. Die erstere ist in meiner oben citirten Arbeit in Fig. 6—8, Taf. XII, die zweite bei Krotow und in Fig. 3, Taf. I der vorliegenden Abhandlung abgebildet. Die Breite der Umgänge ist in jedem Alter grösser als die Höhe, was bei keiner anderen bekannten *Pronorites*-Art beobachtet wird. Je jünger der Umgang, desto grösser ist die Breite im Verhältniss zur Höhe. Dieses Merkmal ist übrigens allen Arten der in Rede stehenden Gattung eigen, doch während bei den meisten derselben dieses Verhältniss schon an sehr jungen Umgängen als Bruch erscheint, bleibt es bei *Pr. postcarbonarius* an den grössten beobachteten Exemplaren stets mehr als 1.

So ist bei der Höhe der Umgänge von 0,35 Mm. die Breite = 0,74.
» » » » » » 3 » » » = 4
» » » » » » 6 » » » = 8
» » » » » » 7 » » » = 8,7
» » » » » » 8 » » » = 9.

Das Verhältniss der Breite der Umgänge zur Höhe ihres evoluten Theiles bleibt fast gleich und erreicht ungefähr 1,8—2.

Die auf der Siphonalseite der Steinkerne vorhandene Medianfurche, welche durch den feinen Längskiel auf der Innenseite der Schale entsteht, erscheint bei wohlerhaltenen Exemplaren stets scharf ausgeprägt (Taf. I, Fig. 3 *c*).

Die Lobenlinien sind nach dem allgemeinen Typus des *Pronorites* gebildet. Die Sutur, welche dem *Ibergiceras-(Prolecanites)*-Stadium entspricht, ist nur einmal auf dem halben zweiten Umgange (bei einer Höhe derselben = 0,35 Mm.) beobachtet worden. Das *Paraprolecanites*-Stadium hat man nicht beobachten können. Im *Pronorites*-Stadium erscheint der

mittlere Theil des Siphonallobus anfangs offen. Auf einem ausgezeichnet erhaltenen einzigen Exemplare aus der Umgegend der Artinsk-Hütte kann man durch die dünne durchsichtige Schale die Lobenlinien deutlich erkennen, welche in Fig. 3 *d* Taf. I dargestellt sind; aber an einem Exemplare von der Koswa ist bei derselben Höhe des Umganges der Siphonallobus am Grunde geschlossen. Daher erscheint meiner Ansicht nach dieser Umstand bei einigen Individuen früher, bei anderen später. Der erste (zweitheilige) Laterallobus liegt hauptsächlich auf der Siphonalseite, so dass er auf den Seitenflächen nur $^1/_4$ ihrer Breite einnimmt. Die Anzahl der einfachen Lateralloben nimmt von 1 bis 3 zu; mehr derselben sind nicht beobachtet worden. Auf dem evoluten Theile des Umganges befinden sich jederseits zwei Lateralloben, ein zweitheiliger und ein einfacher. Die Höhe des Externsattels erreicht fast die Höhe des ersten Lateralsattels. Die Wohnkammer nimmt, wie auf dem Exemplar in Fig. 3 zu sehen ist, fast $^3/_4$ des letzten Umganges ein. Vom Nabelrande verlaufen gegen die Siphonalseite sehr feine und nicht ganz gleichmässige Anwachsstreifen, welche etwas schief nach vorn gerichtet und schwach ausgebogen sind; auf der Siphonalseite erscheinen sie fast gerade und bilden einen kaum bemerkbaren Bogen nach hinten. Einen ebensolchen Umriss zeigt auch die Apertur.

Dimensionen.

	Taf. I, Fig. 3.
Durchmesser	18 Mm.
Höhe des letzten Umgangs	8 »
Breite » » »	9 »
Durchmesser des Nabels	4 »

(Andere Beispiele in Verh. der Miner. Gesellsch. IX, 292).

Vergleichung. Von allen anderen bekannten Arten zeichnet sich *Pr. postcarbonarius* durch die Form des Querschnittes der Umgänge aus (Fig. 13), deren Breite die Höhe übertrifft. In den meisten Fällen aber kann diese Art auch nach kleinen Stücken der Umgänge unterschieden werden, wenn auf den letzteren die Lobenlinien zu beobachten sind. So ist nur bei der in Rede stehenden Art die Höhe der Externsättel fast der der ersten Lateralsättel gleich; bei allen anderen Arten sind die Externsättel bedeutend niedriger. Ausserdem befindet sich nur bei *Pr. postcarbonarius* der grösste Theil (ungefähr $^3/_4$) des ersten zweitheiligen Laterallobus auf der Siphonalseite. Was die Anzahl der Lateralloben im Vergleich mit der bekannteren Form *Pr. cyclolobus* anbetrifft, so ist sie bei gleicher Höhe der Umgänge bei *Pr. postcarbonius* um einen Lobus geringer. Z. B. bei der Höhe der Umgänge von 4 Mm. erscheinen bei der letzteren Art ausser dem zweitheiligen Laterallobus zwei einfache Lateralloben und bei *Pr. cyclolobus* — 3 derselben.

Fig. 13. *Pr. postcarbonarius* *v. vulgaris.* *v. tetragonus.*
(Vergl. Fig. 12, Seite 13).

Vorkommen. Die untersuchten Exemplare des *Pr. postcarbonarius* stammen aus dem Artinskischen Kalkstein an der Ssakmara bei Kundrowka (var. *tetragonus*), aus dem Sand-

stein: an der Ik, in der Umgegend der Artinsk-Hütte (v. *tetragonus* und v. *vulgaris*), an der Koswa, unterhalb der Mündung der Chaldina (v. *vulgaris*) und an der Wischera (Kuminy Wody, v. *vulgaris*).

In der folgenden Tabelle sind einige Hauptunterscheidungsmerkmale der bis jetzt bekannten *Pronorites*-Formen zusammengestellt.

	Querschnitt der Umg.	Höhe der Umg.	Involubil. der letzten Umg. [2]).	Erster Lateral-lobus.	Zahld. Laterallob. auf d. evolut. Theil der Umg.	Steinkolen-system.	Permo-carbon.
Pronorites mixolobus Phill. . . .	ellip-tisch.	Grösser als d. Breite.	s.	Dreispitzig.	3?	+	—
» *Phillipsi* n. sp. [1]) . . .			s.	Zweispitzig.	3?	+	—
» *cyclolobus* Phill. . . .	Mit parallelen Lateralseiten.		s.		3	+	—
» » *v. uralensis*			u.		3	+	—
» *Barroisi* n. sp.			s.		4?	+	—
» *praepermicus* Karp. .			u.		2	—	+
» *postcarbonarius v. tetragonus* Karp.		Kleiner als die Breite.	u.		2	—	+
» *postcarbonarius v. vulgaris*			u.		2	—	+

Parapronorites Gemmellaro.

Parapronorites Gemmellaro. La fauna dei calcari con Fusulina della valle del fiume Sosio. 1887, p. 60, T. V, f. 16—19; T. VII, f. 26—28.

Unter dieser Bezeichnung sind unlängst von Prof. Gemmellaro permocarbonische Ammoneen beschrieben worden, welche, wie zu ersehen ist, in engem Zusammenhange mit *Pronorites* stehen. Bei sehr ähnlicher Form der Schale unterscheiden sich diese Gattungen durch die Lobenlinien. Der Siphonallobus bleibt bei *Parapronorites* wie bei *Pronorites* dreitheilig. Der erste Laterallobus zerfällt ebenfalls in zwei Theile, aber jeder Theil ist zweispitzig; der 2te, 3te und die folgenden Lateralloben erscheinen zweispitzig. Die Anzahl dieser Loben nimmt mit dem Wachsthum unzweifelhaft zu, wobei die einfachen Lateralloben in der Richtung von der Aussenseite bis zum Nabel allmählig durch zweispitzige ersetzt werden. Die Sättel erscheinen wie bei *Pronorites*. Ebenso wie bei vielen Pronoriten,

---

1) Die Umgänge sind wie bei *Pr. mixolobus* mit elliptischem Querschnitt, aber sie wachsen sehr rasch an. Der erste Laterallobus ist zweispitzig (bei *Pr. mixolobus* — dreispitzig). Phillips. Fig. a. descr. of the pall. foss. of Cornwall, p. 122, pl. LI, f. 235.

2) *s* — alle Umgänge sind im Nabel sichtbar.
u — die vorletzten Umg. sind im Nabel unsichtbar.

befindet sich von Innen auf der Siphonalseite der Schale ein feiner niedriger Kiel, welcher auf den Steinkernen eine mehr oder weniger scharfe Furche hinterlässt. Die ausführlichere Beschreibung giebt Prof. Gemmellaro.

Tschernyschew fand in den feinkörnigen Sandsteinen und sandig-thonigen Schiefern der Artinsk-Stufe bei der Ssimsk-Hütte am Ural einige Ammoneen, die leider sehr unvollständig erhalten, meistens flachgedrückt und verunstaltet waren. Ungeachtet dessen kann man an denselben den grössten Theil der Merkmale erkennen, nach welchen sie dem *Paraprononites* so nahe stehen, dass sie zu dieser Gattung gebracht werden müssen; dem zu Folge muss die Characteristik der letzteren in einigen wenigen Merkmalen verändert werden.

Paraprononites tenuis n. sp.

(Taf. II, Fig. 5 *a—b*).

Die Schale dieser Species hat, wie die Stücke derselben zeigen, eine discoidale Form mit flachen Seiten und abgerundeter Siphonalseite. An ausgewachsenen Exemplaren erscheinen die Umgänge, wie anzunehmen ist, stark umfassend. Auf der Siphonalseite des Steinkernes ist eine Längsfurche bemerkbar. Die Schale und Scheidewände erscheinen viel dicker als bei *Pronorites*. Die Lobenlinien der grossen Exemplare zeigen den Siphonallobus und 3 Lateralloben mit den dieselben verbindenden Sätteln und auch einen Theil des 4ten Laterallobus. Der Siphonallobus ist, wie bei den grösseren Pronoriten, dreitheilig, wobei die Seitentheile viel tiefer sind; in Folge dessen erscheint in diesem Lobus ein Medianhöcker mit einem Einschnitt am Ende. Der erste Laterallobus zerfällt durch einen Secundärsattel in zwei Theile, von welchen der erste oder äussere Theil zweispitzig und der zweite dreispitzig endigt. Die Basis dieses Lobus befindet sich etwas über der des Siphonallobus. Der zweite Laterallobus, dessen Breite ungefähr ein Drittel der Breite des ersten Lobus erreicht, endigt bei seiner allgemeinen lanzettförmigen Gestalt zweispitzig; der dritte Laterallobus endigt spitz, ebenso wie der vierte und, wahrscheinlich auch, wie die folgenden, die nicht beobachtet worden sind. Die ersten Lateralsättel sind fast zweimal höher als der Externsattel. Die Höhe der übrigen Lateralsättel nimmt dann in der Richtung gegen den Nabel ab. Die Loben zeigen eine solche Gestalt nur bei gewissen Dimensionen der Schale; bei ihrem weiteren Wachsthum werden diese Linien unzweifelhaft complicirter, wobei höchst wahrscheinlich zuerst der dritte Laterallobus zweispitzig wird, dann der 4te u. s. w. Andererseits ist es fast unzweifelhaft, dass an jungen Exemplaren die Lateralloben ungezähnt erscheinen und mit der verhältnissmässigen Verlängerung des mittleren Secundärlobus des Siphonallobus der Medianhöcker so zu sagen verschwindet.

Auf der Siphonalseite befinden sich nur der Siphonallobus und die Externsättel; fast der ganze erste Laterallobus erscheint auf den Seiten der Schale.

Dimensionen. In Anbetracht dessen, dass bisher nur verunstaltete Stücke der in Rede stehenden Art beobachtet worden sind, können die Dimensionen nur annähernd gegeben

werden. Der Durchmesser der Schale erreicht höchst wahrscheinlich mehr als 66 Mm. und nach den Stücken der Wohnkammer zu urtheilen, die meiner Ansicht nach zu dieser Form gehören, ist die Grösse derselben noch viel bedeutender.

Die Höhe desjenigen Theiles des Umganges auf welchem die Lobenlinien sich befinden, und in Fig. 5 *b* dargestellt ist, = 19 Mm ; die Dicke — 8 Mm.

Zusammen mit den Fragmenten der grossen Individuen finden sich kleine Schalen, die wahrscheinlich die jungen Exemplare der betrachteten Form oder einer anderen unten beschriebenen Art darstellen. Sie stimmen mit *Pronorites* vollkommen überein, und sollen weiter unten beschrieben werden.

Die Unterschiede von den anderen Formen sind weiter unten angeführt.

Vorkommen. Artinsk-Schichten bei der Ssimsky-Hütte.

Parapronorites latus n. sp.

(Taf. 4 *a*, *b*).

Ein kleines Stück, welches, wie die Abbildung zeigt, augenfällig einer besonderen Art angehört. Die Schale mit sehr breiter, flachgewölbter, fast flacher Siphonalseite, welche durch abgerundete Kanten mit den wahrscheinlich flachen Seiten verbunden ist; auf der Siphonalseite des Steinkernes ist eine Längsfurche vorhanden.

Die Lobenlinien sind nur auf dieser Seite zu beobachten (Fig. 14); sie bestehen hier aus dem, durch einen niedrigen, mit einem Einschnitt versehenen Medianhöcker getheilten Siphonallobus, schmalen zungenförmigen Externsätteln und Laterallobus, welcher durch einen Secundärsattel in zwei Theile getheilt wird; der erste Theil ist zweispitzig und der zweite dreispitzig. Durch diesen zweiten Theil geht der Rand zwischen der Siphonalseite und den Seitenflächen durch. Die Basis des Siphonallobus und des Laterallobus liegen in einem Horizont.

Fig. 14.

Dimensionen. Die Breite der Siphonalseite (und wahrscheinlich auch des Umganges) ungefähr 17—18 Mm. Nach der Biegung der Siphonalseite zu urtheilen ist ihr Durchmesser nicht mehr als 28 Mm. Auf diese Weise scheint die Höhe der Umgänge geringer als ihre Breite zu sein.

Vergleichung. In dem Maasse wie der *Par. tenuis* der Form der Schale nach dem *Pr. praepermicus* gleicht, ist auch die in Rede stehende Art dem *Pr. postcarbonarius* ähnlich, und man kommt unbedingt auf den Gedanken, dass die beiden angeführten *Parapronorites*-Arten durch die Entwickelung der erwähnten *Pronorites*-Formen entstanden sind, welchen höchst wahrscheinlich die inneren Umgänge der beschriebenen *Parapronorites*-Arten sehr ähnlich sind. Daraus folgt noch nicht, dass diese und jene Formen zu ein und denselben Arten gehören und die Pronoriten nur ihre jungen Individuen darstellen. Das von mir in der Arbeit über das Orenburger Gebiet beschriebene Exemplar des *Pronorites praepermicus* (S. 293) zeigt, dass die Schale dieser Species eine bedeutende Grösse erreichen kann,

wobei aber die Lobenlinien eine verhältnissmässig einfache Gestalt haben, welche den Formen dieser Gattung eigen ist. Und so unterscheiden sich denn *Parapronorites tenuis* und *P. latus* von den ihnen ähnlichen Pronoriten durch die complicirteren Lobenlinien und unter einander durch den verschiedenen Habitus der Schale, den Querschnitt ihrer Umgänge und das Auftreten fast des ganzen Laterallobus: bei der ersten Art auf der Seitenfläche und bei der zweiten — auf der Siphonalseite. Vielleicht wird es sich auch ausweisen, dass bei *Parapron. latus* die Höhe der Externsättel fast die der ersten Lateralsättel erreicht, während sie bei *Par. tenuis* zweimal kleiner ist. Ferner liegt die Basis des Siphonallobus bei der letzten Art tiefer, als die des ersten Laterallobus, und bei *Pr. latus* befindet sie sich ungefähr in demselben Horizont.

Von *Parapron. Koninckı* Gemm. unterscheiden sich die beschriebenen Arten, abgesehen von der bekannten Abweichung in der Form der Schale, bei ihren gleichen Dimensionen, durch den dreispitzigen zweiten Theil des ersten Laterallobus und andere einfachere Lateralloben, die grösstentheils bei dem *P. tenuis* einfach bleiben.

Vorkommen. Eisenhütte Ssimsky. Artinskstufe.

Parapronorites Mojsisovicsi n. sp.

(Taf. II, Fig. 2 *a*—*c*).

Wenn man die oben beschriebenen Arten als Uebergangsformen zwischen den Pronoriten und Noriten betrachten kann, so stellt die Art, deren Beschreibung hier folgt, so zu sagen eine Abweichung in einer Seitenrichtung dar. *P. Mojsisovicsi* hat eine flache discoidale Schale, deren Umgänge von parallelen Seitenflächen und scheinbar abgerundeter Siphonalseite begrenzt werden. Die Theile des Umganges des grossen Exemplares sind nicht erhalten, aber nach der Lage der Lobenlinien (siehe unten) zu schliessen, kann man annehmen, dass die Umgänge umfassend erscheinen und der Nabel verhältnissmässig eng ist. Die Scheidewände sind verhältnissmässig dick. Die Lobenlinie ist nach dem Typus von *Pronorites* und *Parapronorites* gebildet, aber etwas complicirter. Der Siphonallobus ist am Grunde dreispitzig, der erste Laterallobus sehr breit und durch einen kleinen Secundärsattel getheilt; der erste oder äussere Theil endigt zweispitzig, wie bei allen bisher bekannten Parapronoriten; der zweite zeigt eine feine ceratitenartige Zähnelung, wobei in der Mitte dieses Theiles ein verhältnissmässig grosser Einschnitt oder Secundärsättelchen erscheint, welcher den letzteren in zwei besondere Hälften (mit 3 Zähnchen in jeder Hälfte) theilt[1]). Der zweite Laterallobus ist schmal (fast fünfmal schmäler als der vorhergehende), zungenförmig, zweispitzig; der dritte — von derselben Gestalt, nur etwas kleiner, der vierte und fünfte Lobus — einfach. Die folgenden Loben sind nicht beobachtet worden. Bei der Grösse des in Fig. 2 *a*, Taf. II abgebildeten Exemplares sind sie höchst wahrscheinlich nicht vorhanden. Die Loben sind durch schmale, verlängerte und abgerundete Sättel verbunden, von welchen die Externsättel niedriger als die ersten Lateralsättel sind, welche als die höchsten erscheinen; die Höhe der übrigen nimmt gegen den Nabel

1) Dieses Secundärsättelchen ist verhältnissmässig grösser, als es in Fig. 2 *b* dargestellt ist.

allmählig ab. Wie der beobachtete Theil des vorhergehenden Umganges zeigt, befinden sich der erste und zweite Laterallobus auf dem evoluten Theile der Umgänge.

Zusammen mit den beschriebenen Stücken sind noch kleinere Exemplare gefunden worden, welche dem Anscheine nach die inneren Umgänge der Schale der in Rede stehenden Art darstellen. So ist in Fig. 2 *a* ein kleines Exemplar abgebildet, welches nicht die inneren Umgänge darstellt, sondern ein anderes Individuum, da seine Umgänge in entgegengesetzter Richtung eingerollt sind. Dem äusseren Ansehen nach gleicht dieses Exemplar dem *Pr. praepermicus*, indem es sich vielleicht durch eine flachere Form auszeichnet. Die Lobenlinien sind wie bei den Pronoriten. Ein anderes, etwas grösseres Exemplar erinnert auch durch seine äussere Form an *Pr. praepermicus*, aber die Lobenlinien sind durch dickere Scheidewände gebildet und etwas complicirter (Taf. II, Fig. 2 *c*): auf dem ersten Laterallobus, welcher durch einen verhältnissmässig hohen Secundärsattel getheilt wird, sind sehr schwache Spuren der Zähnelung zu beobachten; der zweite Lobus endigt zweispitzig, der dritte und der folgende sind einfach.

Ausser diesen Exemplaren sind noch einige Stücke der Wohnkammer gefunden worden. Nach der verhältnissmässig geringen Dicke der Umgänge zu schliessen, können diese Stücke entweder der beschriebenen Art oder irgend einer unbekannten Form angehören. Es scheint mir dabei sehr möglich zu sein, dass auch die Schale, welche in Fig. 3, Taf. II abgebildet ist, und deren Species und Gattung ich nicht zu bestimmen wage, die Wohnkammer der betrachteten Art darstellen wird. Die dünnen umfassenden Umgänge mit den flachen parallelen Seiten, abgerundeter Siphonalseite, sprechen zu Gunsten dieser Voraussetzung, gegen welche auf den ersten Blick nur die Rippen zeugen, welche auf dem letzten Theile der Wohnkammer erscheinen. Sie sind auf der Siphonalseite stärker ausgeprägt, gehen auf die Seitenflächen über und verschwinden ungefähr in der Mitte ihrer Höhe. Das Auftreten solcher Rippen in schwacher Form ist schon bei dem verwandten *Pronorites cyclolobus s. uralensis* (s. oben Seite 9, Fig. 4 *c*, *d*, Taf. I) beobachtet worden.

Indem ich einstweilen die Frage über die Angehörigkeit der betrachteten Formen zu *Parapron. Mojsisovicsi* oder einer andern Species, oder Gattung als eine offene betrachte, bemerke ich, dass im ersten Falle die Abweichung des *Parapron. Mojsisovicsi* von den typischen Pronoriten sich nicht nur im Bau des ersten Laterallobus ausprägen wird, sondern auch durch das Auftreten von Rippen auf grossen Exemplaren. Weder nach diesem, noch nach dem andern Merkmale kann man diese Form als eine Uebergangsform zwischen *Pronorites* und *Norites* betrachten.

Dimensionen.

	(Fig. 2 *a*, Taf. II). I	II	III	(Fig. 3, Taf. II). IV	
Durchmesser	40—45 (?)	19,3	14	58	Mm.
Höhe des letzten Umganges	22 (?)	10	5,5	33	»
Dicke	6 (?)	—	—	6	»
Durchmesser des Nabels	—	4	4	5—6	»

Vorkommen. Sandstein und Schiefer der Artinsk-Stufe bei der Ssimsky-Hütte.

Die oben angeführte Characteristik der Gattung *Parapronorites* kann folgendermaassen umgeändert werden:

Schale, wie bei den Pronoriten, mit umfassenden Umgängen. Die Lobenlinie nach dem Typus von *Pronorites*, aber beide Hälften des ersten Laterallobus erscheinen gezähnt; der zweite Lobus und nicht selten auch die folgenden zweispitzig. Die Anzahl der Lateralloben, welche sich auf dem evoluten Theile der Umgänge befinden, bleibt constant; auf dem involuten Theile dagegen verändert sie sich und nimmt mit dem Schalenwachsthum zu. Der mittlere Theil des Siphonallobus differenzirt sich an grossen Exemplaren in einen Medianhöcker. Die inneren Umgänge sind in jeder Beziehung der *Pronorites*-Schale ähnlich.

Unter den Parapronoriten kann man einstweilen zwei Gruppen von Formen unterscheiden, welche vielleicht zu besonderen Untergattungen gebracht werden müssen. Bei den typischen Pronoriten ist der zweite Theil des ersten Laterallobus zwei- oder dreispitzig, aber bei den Formen der anderen Gruppe wird dieser Theil durch einen kleinen Einschnitt in zwei feingezähnte Hälften getheilt. Ausserdem fehlt, wie es scheint, auf der Siphonalseite der Steinkerne dieser Form die Längsfurche und im erwachsenen Zustande erscheinen vielleicht die oben erwähnten Rippen.

Medlicottia Waagen.

Goniatites (de Haan; p.) de Verneuil, Geol. of Russia etc. II, 375, pl. XXVI, f. 6.
Goniatites (de Haan; p.) Hauer, Eichwaldt, Grünewaldt, Moeller etc.
Aganides (Montfort; p.) d'Orbigny. Prodr. I, 116[1]).
Ammonites (Br.; p.) Giebel, Fauna d. Vorwelt. III, 494.
Sageceras v. Mojsisovics. Verh. d. k. k. G. R.-Anst. 1872, 316; Geb. v. Hallstadt, I, 69.
Sageceras (Mojs.) Karpinsky, Waagen etc.
Medlicottia Waagen. Salt-Range Fossils p. 83.
Medlicottia (Waag.) v. Mojsisovics, Karpinsky, Krotow, Gemmellaro etc.
Sicanites? Gemmellaro. Fauna dei calcari con Fusulina etc, p. 62.
Propinacoceras Gemmellaro. Fauna dei calcari con Fusulina etc, p. 55.

Die unter dem Namen *Medlicottia* gegenwärtig bekannten Cephalopoden sind zuerst in Russland in den Ablagerungen der Artinsk-Stufe gefunden worden. Eine Form dieser Cephalopoden (*M. Orbignyana*) haben noch im Jahre 1845 die Autoren der «Geology of Russia» beschrieben. Die anderen Arten aus den Artinsk-Schichten (*Medl. Artiensis* Grünw., *M. falx* Eichw., *M. Sakmarae* Karp., *M. Karpinskyana* Krot.) sind viel später aufgestellt worden. In anderen Gegenden ausserhalb Russlands sind dann Arten der in Rede stehenden Gattung erst im Jahre 1872 aus dem *Productus*-Kalk des Salt-Range in Indien (*M. primas* Waag. 1872, *M. Wynnei* Waag. 1883) bekannt geworden. Späterhin wurde noch von Mojsisovics das Vorkommen der Medlicottien in den Geröllen Sicilien's (1882) und von

1) Einige Autoren waren geneigt die Formen, deren Lobenlinien denen der Medlicottien ähnlich sind, als zur Gattung *Certatites* zu betrachten. *Certatites* (*Sageceras?*) *Hauerianus* de Koninck, *Cerat. Haidingeri* Gabb (*Sageceras Gabbi* Mojs.).

mir in Darwas (gegenwärtig eine Provinz der Bucharei, 1884) nachgewiesen und in letzter Zeit hat Prof. Gemmellaro einige Medlicottien aus anstehenden Schichten Sicilien's beschrieben. Als die Bezeichnung *Medlicottia* von Waagen eingeführt wurde, hat der grösste Theil der Gelehrten, und selbst Waagen nicht ausgenommen, unter dieser Bezeichnung nur eine Untergattung von *Sageceras* Mojs. aufgefasst; gegenwärtig aber werden von den Meisten die *Medlicottia*-Arten als zu einer selbständigen Gattung angehörig betrachtet, was, wie wir unten ersehen werden, vollkommen richtig ist.

Ohne den grössten Theil der allgemeinen, gut bekannten Merkmale der Medlicottien zu wiederholen, führe ich nur solche Data an, welche ich in Bezug auf die allmählige Entwickelung der Schale beobachten konnte.

Auf die ellipsoidale Anfangskammer folgen nur wenig umfassende Umgänge mit elliptischem Querschnitt (wenig ausgeschnitten durch den vorhergehenden Umgang) (Taf. II, Fig. 1 *a*, *b*). Bei den jüngeren dieser Umgänge besteht die Lobenlinie (ausser der unbekannten des ersten Umganges) aus einem tiefen einfachen Siphonallobus (Fig. 15) und jederseits zwei Lateralloben, welche durch einen abgerundeten Sattel verbunden werden. Bei der weiteren Entwickelung erscheint der Siphonallobus durch zwei kleine Secundärsättelchen dreitheilig, wobei im mittleren Theile die Lobenlinie unterbrochen ist (Fig. 16). Schliesslich wird bei fernerem Wachsthum (ungeachtet dessen, ob die Umgänge umfassender und von den Seiten abgeflachter werden, oder sich nur wenig umfassen und einen elliptischen Querschnitt beibehalten) die Lobenlinie durch die Zweitheilung des ersten Laterallobus und zunehmende Anzahl der einfachen Lateralloben (Fig. 17) complicirter. Mit anderen Worten die Entwickelung der *Medlicottia*-Schale geht ebenso so vor sich, wie die der *Pronorites*-Schale, indem sie die Stadien *Ibergiceras*, *Paraprolecanites* und *Pronorites* durchläuft.

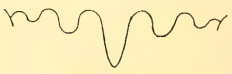


Fig. 15. *Medl. artiensis* Gruen.

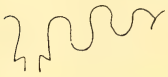


Fig. 16. *M. artiensis.*

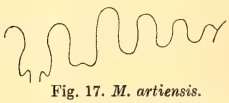


Fig. 17. *M. artiensis.*

Die weitere Entwickelung nimmt eine andere Richtung an, als die, welche wir oben bei Betrachtung der *Parapronorites* u. a. verwandten Formen kennen gelernt hatten. Wie bei den Schalen dieser Arten und auch einiger *Pronorites*-Formen erscheint auf der Siphonalseite eine Längsfurche, die zuweilen auf den Umgängen des *Pronorites*-Stadiums, zuweilen später zu bemerken ist; die Umgänge erscheinen von den Seiten abgeflacht, fast von parallelen Seiten begrenzt und mehr umfassend, wobei ihre Höhe rasch zunimmt (Taf. I, Fig. 1 *f*, *e*). Sehr oft treten auf der Siphonalseite der Umgänge, wenn sie auf den Seiten flacher werden, zwischen den letzteren und der Längsfurche Höcker auf, die in Folge dessen zwei Längsreihen (Taf. I, Fig. 1 *c*, *d*, *e*) bilden.

Die Veränderung der Lobenlinien besteht darin, dass am Ende der Externsättel ein Secundärlobus oder ein Einschnitt (*a*) entsteht, wobei der zweite, dritte und zuweilen auch die nachfolgenden Lateralloben (ausser den dem Nabel zunächst liegenden) am Ende zwei-

spitzig (Fig. 18) werden. Nach dem Character der Umgänge und Lobenlinien entspricht dieses Stadium der Entwickelung der *Medlicottia*-Schale ganz der Gattung *Sicanites*, welche unlängst von Gemmellaro aufgestellt wurde. Von diesem Stadium an (und selbst, wie es scheint, auch früher angefangen vom *Pronorites*-Stadium) bleibt die Anzahl der Lateralloben auf dem evoluten Theile der Umgänge bei jeder *Medlicottia*-Art constant. Bei fernerem Wachsthum der Schale nimmt sie einen ganz anderen Habitus an, als den des inneren Theiles und zwar in Folge des raschen Wachsthums der Umgänge, die stark oder ganz umfassend werden, so dass der Nabel im Vergleich zum Durchmesser der Schale sehr klein erscheint.

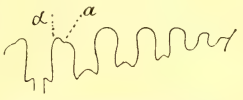


Fig. 18. *M. Orbignyana* Vern.

Die Complication der Lobenlinien besteht in der fortgesetzten Differenzirung der Siphonalsättel und zunehmenden Anzahl der Auxiliarloben (welche auf dem involuten Theile der Umgänge liegen), wobei diese Loben in der Richtung von der Siphonalseite zum Nabel aus ursprünglich einfachen-zweispitzige werden [1]).

In dieser Entwickelung kann man einige Eigenthümlichkeiten unterscheiden, welche, wie es scheint, in Verbindung mit der Form der Umgänge stehen. Nach dem angeführten *Sicanites*-Stadium entsteht auf dem Externsattel (ausser dem Einschnitt oder Secundärlobus an seinem Ende) zwischen diesem Einschnitt und dem ersten Lateralloben noch ein grösserer Secundärlobus *b* (Fig. 19). Dieses Uebergangsstadium ist allen nachfolgenden Entwickelungsformen eigen, wie man sie auch bezeichnen möge. (Ich bezeichne dieses Stadium, als *Promedlicottia*, obgleich eine selbständige Gattung, welche diesem Stadium entspricht, nicht vorhanden ist).

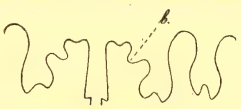


Fig. 19. *M. artiensis.*

Stossen die Seiten der Schale auf dem Siphonaltheile derselben so zusammen, dass der letztere eine von zwei Längskielen begrenzte Furche darstellt, — Längskiele, mit welchen die Seiten der Umgänge an der Aussenseite endigen (Fig. 20), — so verlängern sich sehr stark die schmalen Externsättel, wobei sie von ihrer Aussen- und Innenseite durch zahlreiche Einschnitte oder secundäre Adventivloben zerschlitzt werden. Der Siphonallobus, durch diese Entwickelung des Externsattels bedingt, erscheint sehr tief und schmal. Die Differenzirung der Externsättel verläuft in folgender Weise: nach dem obenbezeichneten *Promedlicottia*-Stadium erscheint auf der Innenseite der Sättel zwischen dem oberen Ende *a* und dem seitlichen secundären Adventivlobus *c* (Fig. 21), der immer grösser wird, ein neuer Einschnitt (*b*) und zwischen dem letzteren und dem oberen Ende noch ein anderer u. s. w. (Fig. 22).

Fig. 20.
M. Orbignyana.

Die Verzweigung der Externsättel von der Aussenseite (Siphonalseite) verläuft so,

1) Bei einigen Medlicottien, welche ich nicht untersucht habe, ist die Gestallt der Lateralloben complicirter, z. B. bei *M. primas* Waag., *M. bifrons* Gemm.

dass zuerst ein Einschnitt seitlich am Ende (*d*, Fig. 21) entsteht, dann tiefer nebenan u. s. w. und dem entsprechend die Höhe des unteren Theiles des Siphonallobus, welcher von fast parallelen Linien begrenzt wird, abnimmt (Fig. 22).

Fig. 21. *M. Orbignyana.*

Auf diese Weise nimmt der Siphonallobus, welcher dem des *Pronorites* sehr ähnlich war (aber nicht die, den ausgewachsenen Exemplaren der entwickelteren Arten dieser Gattung eigenthümliche Form erreicht), allmählig eine ganz andere Gestalt an, wobei am Grunde des Lobus ähnliche Veränderungen zu bemerken sind, wie die bei *Pronorites*. Der mittlere offene Secundärlobus wird kürzer, die Lobenlinie erscheint geschlossen, die seitlichen Secundärloben (Fig. 22) tiefen sich stärker, als der mittlere *a* ab, so dass schliesslich sich ein Medianhöcker zeigt, welcher anfangs einen Einschnitt hat, der aber später bei einigen Arten, wie es scheint, verschwindet.

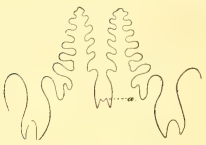


Fig. 22. *M. Orbignyana.*

Eine derartige Entwickelung der Externsättel und Loben bemerkt man auch bei solchen Medlicottien, bei welchen ungeachtet der sich nähernden Seiten der Umgänge, die Siphonalseite mehr oder weniger breit erscheint, wobei die Längsfurche nur die Mitte dieser Seite einnimmt (Fig. 23). In diesem Falle herrscht für die Differenzirung der Externsättel so zu sagen ein grösserer Spielraum in die Breite, als bei den Medlicottien des Typus *M. Orbignyana*. Daher erreichen wahrscheinlich nicht die Externsättel eine solche Höhe und erscheinen viel breiter (Taf. I, Fig. 1 *l*—*n*). Als eine Ausnahme erscheint *Medlicottia Wynnei* Waag., welche bei der verhältnissmässig breiten Siphonalseite solche Siphonalsättel besitzt, wie die *M. Orbignyana*.

F.g. 23.
M. artiensis Grüen.

Die in Rede stehende indische Form zeigt aber auf den ersten Blick keine Längsfurche auf der Siphonalseite, die für alle übrigen Medlicottien characteristisch ist. Es scheint mir, dass die wohlerhaltene Schale dieser Art eine Form besitzen würde, wie die der *Norites*-Schale d. h. dass sich auf den Vereinigungskanten der Seiten mit dem Siphonaltheile der Schale kleine Kiele befinden, so dass die Siphonalseite der Siphonalfurche anderer Medlicottien entspricht.

Schliesslich sind noch solche den Medlicottien nahe stehende Formen vorhanden, bei welchen die Umgänge der Schale von parallelen Seiten begrenzt werden, so dass diese Umgänge auf der Siphonalseite ebenso breit sind, wie in der Nähe des Nabelrandes (Fig. 24). Ich konnte die Veränderung der Lobenlinien bei diesen Formen nicht genauer untersuchen und muss nur bemerken, dass nach dem *Promedlicottia*-Stadium, der dem ersten Laterallobus zunächst folgende secundäre Adventivlobus am Grunde zweitheilig wird (Fig. 25 *b*), die übri-

Fig. 24. *M.* (*Propinacoceras*) *Sakmarae* Karp.

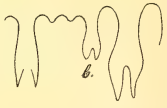


Fig. 25. *Propinacoceras* Gemmell.

gen aber in der Form von Einschnitten erscheinen, welche zwischen dem Ende des Externsattels und dem erwähnten kleinen zweitheiligen Lobus liegen, wobei dieser Theil des Externsattels eine, so zu sagen fast horizontale Lage annimmt, ohne die Höhe des ersten Lateralsattels zu erreichen. Die Siphonal- oder Aussenseite des Externsattels stellt dem Anscheine nach gar keine Differenzirung dar.

Die in Rede stehende *Medlicottia*-Form, welche von Gemmellaro entdeckt und zu der selbständigen Gattung *Propinacoceras* gebracht wurde, steht nach dem Obengesagten in nächster Verbindung mit den typischen Medlicottien. Ihre Beziehungen zu der Gattung *Pinacites* und *Pinacoceras* erscheinen meiner Ansicht nach sehr problematisch.

In Betreff der Lateralloben halte ich es für nöthig zu bemerken, dass dieselben, wie die der Pronoriten, nach der Form und Stellung in Gruppen zerfallen. Ausserdem können sie auch nach der Grösse in zwei Gruppen getrennt werden. In Bezug auf ihre Form erscheinen die Lateralloben als zweispitzige und einfache; ihrer Stellung nach als solche, welche auf dem evoluten (Hauptloben) und involuten (Auxiliarloben) Theile der Umgänge liegen. Die Anzahl der ersteren bleibt sich im Endstadium gleich, die der letzteren wird grösser, obgleich sie bei grösseren Umgängen zuweilen dieselbe ist. Die Eintheilung der Loben nach der Form und Stellung trifft zusammen nur in einem gewissen Moment des Schalenwachsthums: an jüngeren Umgängen erscheinen alle Auxiliarloben und ein Theil der Hauptloben als einfache, und an älteren sind alle Hauptloben und ein Theil der Auxiliarloben zweispitzig.

Schliesslich kann man, wie schon gesagt worden ist, unter den Lateralloben der Medlicottien zwei Gruppen unterscheiden: 1) grosse und 2) kleine Loben. Gewöhnlich folgt auf einige der ersten grossen Loben ein bedeutend kleinerer Lobus, von welchem die, weiter zum Nabel befindlichen Loben allmählig kleiner werden. Diese Gruppirung fällt weder mit ihrer Eintheilung in zweispitzige und einfache, noch mit ihrer Lage ausserhalb und innerhalb der Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges zusammen. An allen Ural'schen Medlicottien treten drei «grosse Loben» auf; ebenso bei den Pandschab'schen Formen, und nach den, von Gemmellaro gegebenen Abbildungen auch bei vielen sicilianischen Medlicottien.

Die Medlicottien durchlaufen demnach in ihrer Entwickelung anfangs dieselben Stadien wie *Pronorites*, aber weiterhin entwickeln sich aus den Pronoriten einerseits: Zwischenformen, welche die letzteren mit *Norites* verbinden, anderseits — die, die *Sicanites*- und *Promedlicottia*-Stadien durchlaufen und dann in typische Medlicottien und *Propinacoceras* zerfallen.

Die bis zum *Pronorites*-Stadium einschliesslich glatten *Medlicottia*-Schalen erhalten nicht selten während des *Sicanites*-Stadiums zwei Reihen Höcker auf der Siphonalseite, seltener Rippen auf den Seiten und mehr oder weniger scharfe Streifen, oder bleiben bis zu ihrer vollen Entwickelung fast glatt.

Wie schon oben bemerkt wurde, sind unter den angeführten Stadien die *Promedlicot-*

tia-Formen als selbständige Gattung nicht vorhanden. Dasselbe, glaube ich, wird sich auch in Bezug auf die *Sicanites*-Formen erweisen, welche vielleicht nur junge *Medlicottia*-Exemplare darstellen. Wenn aber die von Gemmellaro beschriebenen Formen ihr Endstadium darstellen, so ist *Sicanites* als ein selbständiges Genus zu betrachten.

Die Dimensionen der Wohnkammer sind einstweilen unbekannt, obgleich, nach ihren Resten zu urtheilen, sie mehr als die Hälfte des letzten Umganges einnimmt und höchst wahrscheinlich dieselben Dimensionen erreicht, wie bei der Schale der *Pronorites*-Gattung.

Auf den *Medlicottia*-Schalen sind bis jetzt keine Einschnürungen beobachtet worden.

Medlicottia artiensis Grünewaldt.

(Taf. I, Fig. 1 *a—o*).

Goniatites falx Eichwald. Bull. Soc. Natur. Moscou, 1857, I, 212.
Goniatites artiensis Grünewaldt. Beitr. z. Kenntn. d. sedim. Gebirgsform. etc. Mém. de l'Acad. d. Imp. Sc. Ser. VII, II, № 7, 1860, 138, T. VI, Fig. 3.
Goniatites Orbignyanus (Vern.) Moeller (p.). Berg-Journ. (r.) 1862, I, 459. Verh. d. Min. Ges. 1859—1862, 213.
Goniatites falx Eichwald. Lethaea rossica, I, 1325.
Sageceras artiensis (Grün.) Karpinsky. Verh. d. Min. Ges. 1874, IX, 287.
Medlicottia artiensis (Grün.) Waagen. Salt-Range Fossils. 83.
Medlicottia falx (Eichw.) Krotow (p.) Artinsk. Etage, 210, Tf. II, Fig. 1—7.
Sageceras Sakmarae (Karp.) Berichte einiger Autoren in Bull. du Com. Géol.
Medlicottia Sakmarae (Karp.) Berichte einiger Autoren in Bull. du Com. Géol.
Medlicottia falx (Eichw.) Krotow (p.). Mém. Com. Géol. VI, 475.

Die *Medlicottia artiensis*[1]) kann gegenwärtig als die, am genauesten bekannte Art unter allen Medlicottien gelten. Diese Form ist von Grünewaldt und besonders von Krotow gut beschrieben worden. Obgleich bis jetzt kein einziges vollständiges grosses Exemplar gefunden worden ist, aber eine ziemlich grosse Menge von Schalenfragmenten, aus welchen einzelne Theile und ganze innere Umgänge herauspräparirt werden konnten, gestatten nicht nur die äusseren Schalenmerkmale dieser Form fast vollständig zu restauriren, sondern auch die allmählige Entwickelung der letzteren zu erklären.

Die unten angeführten Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf diese Entwickelung. Die beigefügte Zeichnung (Fig. 26) stellt die dreimal vergrösserte Hälfte des fünften Umganges dar, an welchem innerhalb die Hälfte des 4ten Umganges, als auch der 3te, 2te und 1te Umgang und die Anfangskammer zu sehen sind. Die ersten Umgänge sind wenig umfassend und anfangs mit querelliptischem Querschnitt, später mit längselliptischen Quer-

1) Wie jetzt gebräuchlich, behalte ich für die in Rede stehende Art die von Grünewaldt gegebene Bezeichnung bei, unter welcher die von ihm beschriebene Form zugleich abgebildet worden ist. Die von Eichwald früher gegebene Characteristik derselben Form (Gon. falx) ist sehr kurz.

schnitt. Die Involubilität wächst zuerst nur langsam an, später dagegen sehr rasch, so dass der 5. Umgang nicht nur den 4ten ganz verdeckt, sondern auch einen Theil seines Nabels. Je involuter die Umgänge werden, desto rascher verwandelt sich der elliptische Durchschnitt derselben, mit dem verhältnissmässig schwachen Ausschnitt vom vorhergehenden Umgange, fast in einen viereckigen, mit einem mehr oder weniger tiefen Ausschnitt an der Basis, wobei in der Mitte der flach abgerundeten Siphonalseite eine Längsfurche und zu beiden Seiten derselben eine Reihe Höcker erscheinen. Die Höcker sind etwas längsgezogen und nach vorne steiler als nach hinten. Sie erreichen die grösste Höhe am Rande der Siphonalseite, wo sich dieselbe mit den Flanken verbindet. Die Höcker liegen etwas schief zur Siphonalfurche und alterniren in beiden Reihen mit einander. Bei einer Höhe der Umgänge von 15 Mm., zuweilen auch früher, verlängern sich die Höcker auf die Flanken der Umgänge als flache Rippen, die anfangs sehr kurz sind und auf den ebenen Flanken rasch verschwinden. Der Querschnitt der Rippen ist segmentförmig; sie sind durch schmale eckig abgerundete Furchen getrennt. Die Rippen verlaufen schief, und indem sie sich von der Siphonalseite entfernen, richten sie sich nach hinten. Mit dem Alter verändert sich der Querschnitt der Umgänge in solcher Weise, dass ihre Seitenflächen nur am unteren Theile der Umgänge fast parallel bleiben; gegen die Siphonalseite erscheinen sie flach gewölbt und convergirend, so dass die Breite dieser Seite — im Vergleich zur Breite des Umganges an grossen Exemplaren — zweimal und noch geringer ist (z. B. am Grünewaldt'schen Originalexemplare). Die Seitentheile der Siphonalfläche, welche durch die Furche getrennt werden, erscheinen dabei zur letzteren etwas abschüssig, wodurch diese Fläche im Querschnitt einen stumpfen einspringenden Winkel bildet, wie auf der Zeichnung (Fig. 23, S. 24) zu sehen ist.

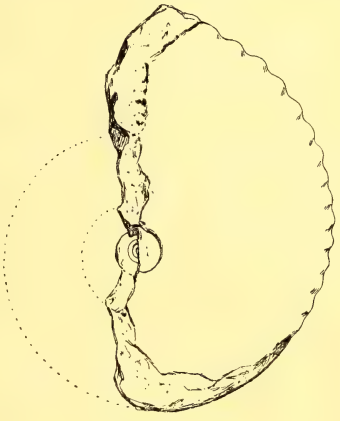


Fig. 26.

So weit man es beobachten konnte, befinden sich die Rippen nur auf den, zur Siphonalseite verschmälerten Theilen der Umgänge. Bei vollständig parallelen Flanken der jungen Umgänge verlängern sich nicht die Höcker der Siphonalseite in Rippen. Ferner, je älter das Gehäuse ist, desto höher erscheinen die erwähnten verschmälerten Theile der Umgänge, und desto länger sind die Rippen. Bei ungefähr 7—8 Mm. Breite der Siphonalseite verwandeln sich die Höcker auf dieser Seite, in Folge ihrer zunehmenden Verlängerung, in kurze Rippen; auf den letzteren entstehen jedoch nicht selten an den Stellen ihrer Vereinigung mit den Flankenrippen Erhöhungen oder Höcker, die mit den Rippen zusammenfliessen.

(S. Fig. 1 *b* und Abbildung Grünewaldt's). Die sich verlängernden Höcker auf der Siphonalseite und die kurzen Rippen werden weniger schief, nehmen eine zur Siphonalfurche senkrechte Stellung an und treten dicht an die letztere heran, indem sie hier rasch verschwinden.

Diese Rippen, welche zu beiden Seiten der Siphonalfurche auftreten, erscheinen, wie das schon früher in Betreff der Höcker bemerkt worden ist, nicht symmetrisch, sondern alternirend angeordnet. Dieses Alterniren ist übrigens nicht immer in gleicher Weise vorhanden. Die Anzahl der Höcker oder kurzen Rippen auf der Siphonalseite bleibt anfangs in jeder Reihe fast constant, aber mit dem weiteren Schalenwachsthum nimmt ihre Zahl immer rascher zu. So ist diese Anzahl auf einem Viertheil des Umganges bei einer mittleren Höhe von 3 Mm. = 12, bei 15 Mm. gleichfalls 12, auf dem Exemplar (Fig. 1 *a*, *b*) ungefähr 19, beim Grünewaldt'schen Exemplar 25, auf einem noch grösseren Stücke bis 40 oder vielleicht auch bis 50.

Auf verhältnissmässig grossen Exemplaren erscheinen auf den Flanken des Gehäuses ausser den erwähnten Rippen kleine, dieselbe Richtung beibehaltende, flach nach vorne ausgebogene Rippchen (Taf. I, Fig. 1 *a*). Ihr Querschnitt ist in stark vergrössertem Maasse in Fig. 1 *o* dargestellt; ihre vordere Seite ist sehr flach abfallend und breit, die hintere schmal und steil. Sie machen den Eindruck von schwach nach vorn geneigten Schichten, welche die vorhergehenden dachziegelförmig bedecken. Anfangs sind diese Rippchen ziemlich kurz und erscheinen dort, wo die Rippen endigen; auch gegen den Nabel verschwinden die Rippchen (s. Fig. 1 *a*). Sie endigen grösstentheils, aber nicht immer, in der Richtung zur Externseite gegen die Mitte der Rippen zu. Ihre Anzahl ist etwas grösser, als die der Rippen. Auf dem Exemplar Fig. 1 *a* befinden sich 14 Rippchen gegenüber 10 Rippen. Auf noch grösseren Exemplaren ist die Anzahl dieser und jener fast gleich (z. B. auf dem Exemplare Grünewaldt's, welcher diese Rippchen nicht abgebildet hat). Auf solchen Exemplaren gehen die Rippchen auf die Rippen über, mit welchen sie in den meisten Fällen zusammenfliessen, wobei sie bei dieser Vereinigung in der hinteren Seite der Rippen aufgehen, welche in Folge dessen steil abfällt. Zuweilen kann man bemerken, dass ein schwach ausgeprägtes Rippchen in der Mitte der Rippe bis zur Siphonalseite verläuft oder, noch seltener, auf die vordere Seite der Rippe übergeht.

Die Schalenoberfläche ist mit feinen Anwachsstreifen bedeckt, die sogar sehr selten auf den am besten erhaltenen Theilen der Schale zu bemerken sind, welche in den meisten Fällen vollständig glatt zu sein scheint. Auf den Seiten der Wohnkammer des kleinen Exemplars (Fig. 1 *e*) sind sie deutlicher zu beobachten. Ihre Richtung ist in der Abbildung angegeben. Die Länge der Wohnkammer ist unbekannt; das ganze, fast einen halben Umgang darstellende Exemplar Grünewaldt's bildet einen Theil der Wohnkammer; bei dem kleinen vorn abgebrochenen Exemplar (Fig. 1 *e*) nimmt diese Kammer $^2/_3$ des letzten Umganges ein.

Die Lobenlinien. Die jüngsten Linien, welche dem *Ibergiceras*-Stadium entsprechen, sind ungefähr auf der Hälfte des zweiten Umganges bei einer Höhe von 0,43 Mm. (Fig. 1 *g*) be-

obachtet worden. Auf dem dritten (?) Umgange bei 0,86 Mm. desselben erkennt man die Lobenlinien des *Paraprolecanites*-Stadiums (Fig. 1 *h*). Das *Pronorites*-Stadium (Fig. 1 *i*) ist bei einer Höhe des Umganges von 1,2 Mm. (wie es scheint, das Ende des dritten oder der Anfang des vierten Umganges) beobachtet worden. Auf dem vierten Umgange bei 2,4 Mm. Höhe sind die Suturen des *Sicanites*-Stadiums zu erkennen. Angefangen von diesem Stadium wachsen die Umgänge der Medlicottien rasch an, wobei auch die Lobenlinien rasch complicirter werden, indem sie auf dem fünften Umgange (das *Promedlicottia*-Stadium durchlaufend) das Endstadium erreichen.

In der unten angeführten Tabelle ist eine Zusammenstellung der Merkmale der Lobenlinien bei verschiedener Höhe der Umgänge gegeben. (Siehe Tab. I, S. 30—33).

Die Vergleichung der angeführten Data zeigt, dass beim Wachsthum der jungen Umgänge die Anzahl der Lateralloben rasch zunimmt, aber bei grösseren Umgängen fast constant bleibt und gleich 11 ist. Vier Loben liegen auf dem evoluten Theile der Umgänge, die übrigen 7 gehören zu den Auxiliarloben.

Die Gruppe der grossen Lateralloben bilden die drei ersten derselben. Die Höhe der Externsättel nimmt mit dem Schalenwachsthum allmählig zu, wobei auch die Anzahl der kleinen secundären Adventivloben grösser wird. Die letzteren kann man in obere, laterale und siphonale eintheilen, je nachdem sie am oberen Ende des Externsattels, auf der Lateralseite des Gehäuses oder auf seiner Siphonalseite sich befinden. Angefangen von einem gewissen Entwickelungsstadium bleibt wahrscheinlich die Anzahl der lateralen und siphonalen Adventivloben constant. (Vergl. Fig. 1, *l*—*n*). Die siphonalen Adventivloben erscheinen stets um einen weniger, als die lateralen Adventivloben. Die Basis des Siphonallobus, welche bei den Umgängen der Anfangsstadien unter der Basis des ersten Laterallobus liegt, nimmt allmählig mit dem Wachsthum ein höheres Niveau ein, als das Niveau dieses letzteren Lobus.

Dimensionen.

	I (Fig. 1 *a*)	II (Fig. 1 *m*)	III (Fig. 1 *c*, *l*)	IV	V (Fig. 1 *e*).
Durchmesser	—	—	27	14	11
Höhe des letzten Umganges	—	32	16,5	—	6
Breite	15	12	5	3	2,4
Höhe des evoluten Theiles der Umgänge	26	22	—	—	—
Höhe des involuten Theiles der Umgänge	—	10	—	—	—
Nabeldurchmesser	—		3,5		2

Vorkommen. Ich verfüge über Exemplare der *M. artiensis* aus folgenden Fundorten: unweit von dem Dorfe Jangibaewa am Gr. Ik.; von der Ascha, unterhalb der Mündung der Kara-Jelga; aus der Umgegend der Artinsk. Hütte; zwischen den Felsen Nawisschij Kamen und Maloje Brewno an der Uswa; von der Koswa unterhalb der Mündung der Chaldina; von der Wischera (Kumini Wody, unterhalb des Dorfes Owladejewa) und von der Kolwa.

Alle Formen, welche von den Forschern am Westabhange des Urals in ihren Schriften

Tabe

Fig. 1 *g*. Windungshöhe 0,43 Mm.	Fig. 1 *h*. Windungshöhe 0,86 Mm.	Fig. 1 *i*. Windungshöhe 1,9 Mm.	Fig. 1 *j*. Windungshöhe 2,43 Mm.	Fig. 1 *k*. Windungshöhe 5 M
1) Siphonallobus einfach, am Grunde geschlossen.	1) Siphonallobus am Grunde dreitheilig, der mittlere Theil tief, an der Basis o (Die Lobenlinie unterbrochen).			
2) Lateralloben jederseits 2; beide einfach.		2) Lateralloben 4; der erste am Grunde zweitheilig. Die übrigen einfach.	2) Lateralloben 5: drei zweitheilige und zwei einfache.	2) Lateralloben vier zweitheilige vier einfache; die L jectionsspirale, so man sie beobac konnte, schneidet 4 Lateralsattel.
3) Die Basis des Siphonallobus liegt viel tiefer als der erste Laterallobus.	3) Die Basis des Siphonallobus liegt tiefer, als die des ersten Laterallob			
4) Die Basis des ersten Laterallobus liegt tiefer, als die des zweiten.			4) Die Basis des ersten Laterallobus liegt um ein Geringes tiefer, als die Basis des zweiten; der 3. und die folgenden sind bedeutend kleiner.	4) Die Basis Niveau.
5) Die Externsättel sind einfache.			5) Am oberen Ende der Externsättel findet sich ein Einschnitt oder ein schm Adventivlobus[1]).	

1) Bei einer Höhe der Umgänge von 5 Mm., und auch weniger bemerkt man nicht selten, dass zwischen dem Adventivlobus und dem oberen Ende des Siphonalsattels ein kleiner flacher Einschnitt (*Promedlicottia*-Stadium)

Fig. 1 *l*. Windungshöhe 15 Mm.	Fig. 1 *m*. Windungshöhe 32 Mm.	Fig. 1 *n*.
Siphonallobus am Grunde tzig.	1) ?	1) Am Grunde des Siphonallobus ein Medianhöcker mit einem Einschnitt am Ende.
Lateralloben 11: fünf zwei- e und sechs einfache (bei Windungshöhe von 11 Mm.) em evoluten Theile der ige befinden sich 4 Loben. rigen liegen innerhalb der tionsspirale.	2) Lateralloben 11: fünf zweitheilige und sechs einfache. Auf der Nabelwand befinden sich 2 kleine, schmale Loben, welche durch breite Sättel getrennt sind. Auf der Innenseite der Umgänge treten ausser dem Antisiphonallobus, der nicht beobachtet worden ist, acht zungenförmige einfache Loben auf, die durch ebensolche Sättel verbunden sind. Diese, wie auch jene werden von der Naht zum Antisiphonallobus immer grösser.	2) Auf dem wohlerhaltenen Fragment befinden sich 6 Lateralloben; alle erscheinen zweitheilig.
Die Basis des Siphonal- rsten Laterallobus liegen hr in einem Niveau.	3) ?	3) Die Basis des Siphonallobus liegt etwas höher als die des ersten Laterallobus.
drei Lateralloben befindet sich fast in einem und demselben		4) Die Basis des ersten Laterallobus liegt höher, als die des zweiten. Der zweite und dritte sind von gleicher Tiefe; die übrigen sind bedeutend kürzer.
usser einem Einschnitt am n Ende des Externsattels, en sich auf der innere desselben 3 kleine Adven- en, von denen der untere eilig ist. Auf der Siphoe des Sattels sind zwei che Adventivloben vorhan-	5) ?	5) Am oberen Ende des Externsattels befinden sich zwei Adventivloben, welche durch sehr kleine, fast mikroskopische Sättel in zwei ebenso kleine Loben getheilt werden[2]). Ausserdem erscheinen auf der innere Seite des Externsattels 3 Adventivloben, von denen die zwei unteren zweitheilig sind. Auf der Siphonalseite des Externsattels sind 2 Adventivloben vorhanden.

vorhanden ist.

2) Auf einem anderen Fragment von gleicher Breite fehlen diese kleinen Sättelchen und der Externsattel ist am oberen Ende nur in zwei breite Adventivloben gespalten.

Tabelle I.

Fig. 1 *g*. Windungshöhe 0,43 Mm.	Fig. 1 *h*. Windungshöhe 0,86 Mm.	Fig. 1 *i*. Windungshöhe 1,9 Mm.	Fig. 1 *j*. Windungshöhe 2,43 Mm.	Fig. 1 *k*. Windungshöhe 5 Mm.	Fig. 1 *l*. Windungshöhe 15 Mm.	Fig. 1 *m*. Windungshöhe 32 Mm.	Fig. 1 *n*.
1) Siphonallobus einfach, am Grunde geschlossen.	1) Siphonallobus am Grunde dreitheilig, der mittlere Theil tief, an der Basis offen (Die Lobenlinie unterbrochen).				1) Siphonallobus am Grunde spitzig.	1) ?	1) Am Grunde des Siphonallobus ein Medianhöcker mit einem Einschnitt am Ende.
2) Lateralloben jederseits 2; beide einfach.		2) Lateralloben 4; der erste am Grunde zweitheilig. Die übrigen einfach.	2) Lateralloben 5: drei zweitheilige und zwei einfache.	2) Lateralloben 8: vier zweitheilige und vier einfache; die Projectionsspirale, soweit man sie beobachten konnte, schneidet den 4 Lateralsattel.	2) Lateralloben 11: fünf zweitheilige und sechs einfache (bei einer Windungshöhe von 11 Mm.) auf dem evoluten Theile der Umgänge befinden sich 4 Loben. Die übrigen liegen innerhalb der Projectionsspirale.	2) Lateralloben 11: fünf zweitheilige und sechs einfache. Auf der Nabelwand befinden sich 2 kleine, schmale Loben, welche durch breite Sättel getrennt sind. Auf der Innenseite der Umgänge treten ausser dem Antisiphonallobus, der nicht beobachtet worden ist, acht zungenförmige einfache Loben auf, die durch ebensolche Sättel verbunden sind. Diese, wie auch jene werden von der Naht zum Antisiphonallobus immer grösser.	2) Auf dem wohlerhaltenen Fragment befinden sich 6 Lateralloben; alle erscheinen zweitheilig.
3) Die Basis des Siphonallobus liegt viel tiefer als der erste Laterallobus.	3) Die Basis des Siphonallobus liegt tiefer, als die des ersten Laterallobus.				3) Die Basis des Siphonallobus und des ersten Laterallobus liegen ungefähr in einem Niveau.	3) ?	3) Die Basis des Siphonallobus liegt etwas höher als die des ersten Laterallobus.
4) Die Basis des ersten Laterallobus liegt tiefer, als die des zweiten.			4) Die Basis des ersten Laterallobus liegt um ein Geringes tiefer, als die Basis des zweiten; der 3. und die folgenden sind bedeutend kleiner.	4) Die Basis des Niveau.	Die drei Lateralloben befindet sich fast in einem und demselben		4) Die Basis des ersten Laterallobus liegt höher, als die des zweiten. Der zweite und dritte sind von gleicher Tiefe; die übrigen sind bedeutend kürzer.
5) Die Externsättel sind einfache.			5) Am oberen Ende der Externsättel befindet sich ein Einschnitt oder ein schmaler Adventivlobus[1]).		5) Ausser einem Einschnitt am oberen Ende des Externsattels, befinden sich auf der innere Seite desselben 3 kleine Adventivloben, von denen der untere zweitheilig ist. Auf der Siphoseite des Sattels sind zwei schwache Adventivloben vorhanden.	5) ?	5) Am oberen Ende des Externsattels befinden sich zwei Adventivloben, welche durch sehr kleine, fast mikroskopische Sättel in zwei ebenso kleine Loben getheilt werden[2]). Ausserdem erscheinen auf der innere Seite des Externsattels 3 Adventivloben, von denen die zwei unteren zweitheilig sind. Auf der Siphonalseite des Externsattels sind 2 Adventivloben vorhanden.

1) Bei einer Höhe der Umgänge von 5 Mm., und auch weniger bemerkt man nicht selten, dass zwischen dem Adventivlobus und dem oberen Ende des Siphonalsattels ein kleiner flacher Einschnitt (*Promedlicottia*-Stadium) vorhanden ist.

2) Auf einem anderen Fragment von gleicher Breite fehlen diese kleinen Sättelchen und der Externsattel ist am oberen Ende nur in zwei breite Adventivloben gespalten.

Fig. 1 *g*. Windungshöhe 0,43 Mm.	Fig. 1 *h*. Windungshöhe 0,86 Mm.	Fig. 1 *i*. Windungshöhe 1,9 Mm.	Fig. 1 *j*. Windungshöhe 2,43 Mm.	Fig. 1 *k*. Windungshöhe 5 M
6) Der Externsattel ist niedriger, als der erste Lateralsattel.				
7) Der erste Lateralsattel höher als de				
8) Die Scheidewände berühren sich nicht[1]).				

in Bull. du Com. Géol. unter den Namen *Medlicottia* oder *Sageceras artiensis*, *Medl.* oder *Sag. Sakmarae*, *Medlicottia falx* angeführt werden, gehören zu der in Rede stehenden Art.

Hierher gehören fast alle Formen, welche Krotow in seiner Monographie der Fauna der Artinsk-Stufe unter der Bezeichnung *Medlicottia falx* angeführt hat; nur *M. Sakmarae* bildet eine Ausnahme; ihre Unterscheidungsmerkmale sind weiter unten angeführt.

Medlicottia Orbignyana de Verneuil.

Taf. II, Fig. 1, *a*—*n*.

Goniatites Orbignyanus Verneuil. Geol. of Russia II, 375, pl. XXVI, fig. 6.
Aganides Orbignyanus (Vern.) d'Orbigny. Prodr., I, 116.
Ammonites Orbignyanus (Vern.) Giebel. Fauna d. Vorwelt, III. 494.
Goniatites Orbignyanus (Vern.) Eichwald, Lethaea rossica, 1325.
Sageceras Orbignyanum (Vern.) v. Mojsisovics, Verh. d. k. k. G. R.-Anst. 1872, 316. Geb. v. Hallst. I, 69.
Medlicottia Orbignyana (Vern.) Waagen, Salt-Range Fossils, 83.
Medlicottia Orbignyana (Vern.) Krotow, Artinsk-Etage, 215.
Medlicottia Orbignyana (Vern.) Krotow, Mém. Com. Géol. VI, 477.

Zu der vortrefflichen Beschreibung von Verneuil und den Ergänzungen Krotow's kann ich noch einige Data hinzufügen, welche sich auf die Entwickelung dieser Form beziehen.

---

1) Dieses Merkmal ist nicht constant und auf den Umgängen des *Sicanites*-Stadiums beobachtet man zuweilen, dass der 2. Laterallobus das obere Ende des zweiten Sattels der vorhergehenden Lobenlinie berührt.

Fig. 1 *l*. Windungshöhe 15 Mm.	Fig. 1 *m*. Windungshöhe 32 Mm.	Fig. 1 *n*.
Der Externsattel etwas , als der erste Lateralsat- eite. Der zweite und dritte La- obus berühren den 1, 2. . Lateralsattel der vorher- den Scheidewand.		6) Der Externsattel höher, als der erste Lateralsattel.
	7) Die drei ersten Lateralsattel	fast von gleicher Höhe.
	8) Der 1., 2., 3. und 4. Lateral-lobus berühren den 1., 2., 3. und 4. Lateralsattel der vorhergehenden Lobenlinie. Ausserdem berühren der 8. 9. und 10. Lobus den 7., 8. und 9. Sattel. Der 3., 4., 5. und 6. innere Lobus berühren sich mit dem 3., 4., 5. und 6. Sattel.	8) Alle auf dem Exemplar sichtbaren 6 Lateralloben berühren die 5 Lateralsättel der vorhergehenden Lobenlinie. Der untere 2. und 3. Adventivsattel berühren den 1. Lobus der folgenden Lobenlinie.

Die Anfangskammer und ersten Umgänge sind, wie in Fig. 1 *a* und *b* Taf. II zu ersehen ist, den entsprechenden Schalentheilen des *Pronorites cyclolobus* sehr ähnlich. Die Längsfurche auf der Siphonalseite erscheint, dem Anscheine nach, bei einem Schalendurchmesser von ungefähr 3,5 Mm. Erreicht der Durchmesser 6—9 Mm., so sind die beiden durch die Siphonalfurche getrennten Kiele noch verhältnissmässig stumpf und wahrscheinlich durch die Kreuzung mit den Querstreifen gezähnt oder tuberculirt (wenigstens auf den Steinkernen); in Folge dessen ist bei einem solchen Durchmesser die *M. Orbignyana* den entsprechend grossen Exemplaren der *M. artiensis* sehr ähnlich. In Fig. 1 *e* ist diese Aehnlichkeit nur auf der unteren Hälfte des abgebildeten Umganges zu beobachten. Obgleich eine angedeutete Zähnelung der Kiele, welche sich mit dem Wachsthum rasch zuschärfen, nicht selten auch auf den Steinkernen grosser Exemplare beobachtet wird, so ist sie doch schwach ausgeprägt und oft gar nicht zu erkennen.

Die Lobenlinien sind auf den ersten Umgängen nicht beobachtet worden. Die jüngsten untersuchten Lobenlinien zeigen schon bei einer Höhe des Umganges von 2 Mm. das *Sicanites*-Stadium.

Um eine verhältnissmässig anschauliche Vorstellung über die Entwickelung der Lobenlinie bei *M. Orbignyana* zu erhalten, sind weiter unten die Hauptunterschiede dieser Linie bei verschiedener Höhe der Umgänge in Parallele gestellt worden. Wir bemerken nur vorläufig, dass auf dem evoluten Theile der Umgänge, wie im Endstadium, so auch im *Sicanites*-Stadium 4 Lateralloben auftreten. Die Lage der Projectionsspirale von dem vorhergehenden Umgange ist auf den Abbildungen der Lobenlinien durch Punktirung und die Buchstaben *P S* (Fig. 1, *i*—*m*) angegeben.

Fig. 1 *g*. Windungshöhe 0,43 Mm.	Fig. 1 *h*. Windungshöhe 0,86 Mm.	Fig. 1 *i*. Windungshöhe 1,9 Mm.	Fig. 1 *j*. Windungshöhe 2,43 Mm.	Fig. 1 *k*. Windungshöhe 5 Mm.
6) Der Externsattel ist niedriger, als der erste Lateralsattel.				
7) Der erste Lateralsattel höher als der				
8) Die Scheidewände berühren sich nicht[1]).				

in Bull. du Com. Géol. unter den Namen *Medlicottia* oder *Sageceras artiensis*, *Medl.* oder *Sag. Sakmarae*, *Medlicottia falx* angeführt werden, gehören zu der in Rede stehenden Art.

Hierher gehören fast alle Formen, welche Krotow in seiner Monographie der Fauna der Artinsk-Stufe unter der Bezeichnung *Medlicottia falx* angeführt hat; nur *M. Sakmarae* bildet eine Ausnahme; ihre Unterscheidungsmerkmale sind weiter unten angeführt.

Medlicottia Orbignyana de Verneuil.

Taf. II, Fig. 1, *a*—*n*.

Goniatites Orbignyanus Verneuil. Geol. of Russia II, 375, pl. XXVI, fig. 6.
Aganides Orbignyanus (Vern.) d'Orbigny. Prodr., I, 116.
Ammonites Orbignyanus (Vern.) Giebel. Fauna d. Vorwelt, III. 494.
Goniatites Orbignyanus (Vern.) Eichwald, Lethaea rossica, 1325.
Sageceras Orbignyanum (Vern.) v. Mojsisovics, Verh. d. k. k. G. R.-Anst. 1872, 316. Geb. v. Hallst. I, 69.
Medlicottia Orbignyana (Vern.) Waagen, Salt-Range Fossils, 83.
Medlicottia Orbignyana (Vern.) Krotow, Artinsk-Etage, 215.
Medlicottia Orbignyana (Vern.) Krotow, Mém. Com. Géol. VI, 477.

Zu der vortrefflichen Beschreibung von Verneuil und den Ergänzungen Krotow's kann ich noch einige Data hinzufügen, welche sich auf die Entwickelung dieser Form beziehen.

1) Dieses Merkmal ist nicht constant und auf den Umgängen des *Sicanites*-Stadiums beobachtet man zuweilen, dass der 2. Lateralloben das obere Ende des zweiten Sattels der vorhergehenden Lobenlinie berührt.

Fig. 1 *l*. Windungshöhe 15 Mm.	Fig. 1 *m*. Windungshöhe 32 Mm.	Fig. 1 *n*.
6) Der Externsattel etwas höher, als der erste Lateralsattel.		6) Der Externsattel höher, als der erste Lateralsattel.
weite.	7) Die drei ersten Lateralsattel	fast von gleicher Höhe.
8) Der zweite und dritte Lateralallobus berühren den 1, 2. und 3. Lateralsattel der vorhergehenden Scheidewand.	8) Der 1., 2., 3. und 4. Lateralallobus berühren den 1 , 2., 3. und 4. Lateralsattel der vorhergehenden Lobenlinie. Ausserdem berühren der 8. 9. und 10. Lobus den 7., 8. und 9. Sattel. Der 3., 4., 5. und 6. innere Lobus berühren sich mit dem 3., 4., 5. und 6. Sattel.	8) Alle auf dem Exemplar sichtbaren 6 Lateralloben berühren die 5 Lateralsättel der vorhergehenden Lobenlinie. Der untere 2. und 3. Adventivsattel berühren den 1. Lobus der folgenden Lobenlinie.

Die Anfangskammer und ersten Umgänge sind, wie in Fig. 1 *a* und *b* Taf. II zu ersehen ist, den entsprechenden Schalentheilen des *Pronorites cyclolobus* sehr ähnlich. Die Längsfurche auf der Siphonalseite erscheint, dem Anscheine nach, bei einem Schalendurchmesser von ungefähr 3,5 Mm. Erreicht der Durchmesser 6—9 Mm., so sind die beiden durch die Siphonalfurche getrennten Kiele noch verhältnissmässig stumpf und wahrscheinlich durch die Kreuzung mit den Querstreifen gezähnt oder tuberculirt (wenigstens auf den Steinkernen); in Folge dessen ist bei einem solchen Durchmesser die *M. Orbignyana* den entsprechend grossen Exemplaren der *M. artiensis* sehr ähnlich. In Fig. 1 *e* ist diese Aehnlichkeit nur auf der unteren Hälfte des abgebildeten Umganges zu beobachten. Obgleich eine angedeutete Zähnelung der Kiele, welche sich mit dem Wachsthum rasch zuschärfen, nicht selten auch auf den Steinkernen grosser Exemplare beobachtet wird, so ist sie doch schwach ausgeprägt und oft gar nicht zu erkennen.

Die Lobenlinien sind auf den ersten Umgängen nicht beobachtet worden. Die jüngsten untersuchten Lobenlinien zeigen schon bei einer Höhe des Umganges von 2 Mm. das *Sicanites*-Stadium.

Um eine verhältnissmässig anschauliche Vorstellung über die Entwickelung der Lobenlinie bei *M. Orbignyana* zu erhalten, sind weiter unten die Hauptunterschiede dieser Linie bei verschiedener Höhe der Umgänge in Parallele gestellt worden. Wir bemerken nur vorläufig, dass auf dem evoluten Theile der Umgänge, wie im Endstadium, so auch im *Sicanites*-Stadium 4 Lateralloben auftreten. Die Lage der Projectionsspirale von dem vorhergehenden Umgange ist auf den Abbildungen der Lobenlinien durch Punktirung und die Buchstaben *P S* (Fig. 1, *i*—*m*) angegeben.

Tabelle II.

Fig. 1 *i*. Höhe des Umganges 2 Mm.	Fig. 1 *j*. Höhe des Umganges 4 Mm.	Fig. 1 *k*. Höhe des Umganges 15 Mm.	Fig. 1 *l*. Höhe des Umganges? (mehr als 34 Mm.).	Fig. 1 *m*. Höhe des Umganges 44 Mm.
1) Lateralloben v. jeder Seite 5; drei zweitheilige und zwei einfache; einer von den letzteren gehört zu den Hauptloben, die andern sind Auxiliarloben.	1) Lateralloben 8: vier zweitheilige und vier einfache; die letzteren sind Auxiliarloben.	1) Lateralloben 10 : 6 zweitheilige und 4 einfache. Zwei letzten unter den zweitheiligen und alle einfachen sind Auxiliarloben.	1) Lateralloben 11? [1] (7 zweitheilige und 4? einfache); drei zweitheilige und die einfachen sind Auxiliarloben.	1) Lateralloben 11 und 1 Nabellobus. Die ersten 7 Lateralloben zweitheilig; die übrigen und der Nabellobus einfach. Die 3 letzten zweitheiligen gehören zu den Auxiliarloben.
2) Am Ende des Externsattels ein Einschnitt oder ein schwacher Adventivlobus.	2) Ausser d. kaum bemerkbaren Einschnitt am Ende des Externsattels befinden sich auf seiner Innenseite zwei schwache Adventivloben und auf der Aussenseite des Sattels ein Lobus oder Einschnitt.	2) Ausser einem sehr kleinen Einschnitt am Ende des Externsattels, befinden sich auf seiner Innenseite vier schwache Adventivloben, von welchen der untere zweitheilig ist; auf der Aussenseite sind 3 Einschnitte oder schwache Adventivloben vorhanden.	2) Ausser den schwach erkennbaren Einschnitten am Ende der Externsättel, befinden sich auf ihrer Innenseite 5 kleine Adventivloben, von welchen der untere zweitheilig ist und auf dem höher folgenden die Zweitheilung angedeutet erscheint. Auf der Siphonal- (Aussen-) Seite d. Externsattels sind 4 Einschnitte oder Adventivloben vorhanden.	2) Ausser den schwach angedeuteten Einschnitten am Ende der Externsättel befinden sich auf ihrer Innenseite 6 kleine Adventivloben, von denen der untere zweitheilig erscheint und auf dem höher folgenden die Zweitheiligkeit deutlich zu bemerken ist. Auf der Siphonalseite des Externsattels sind 5 kleine Adventivloben vorhanden.
3) Der Siphonallobus am Grunde offen: die Lobenlinie unterbrochen.		3) ?	3) Am Grunde des Siphonallobus ein kleiner Mediankücker mit einem Einschnitt am Ende.	3) ? Die Basis des Siphonallobus konnte nicht untersucht werden; seine anzunehmende Gestalt ist in Fig. 1 *m* angegeben.
4) Die Basis des Siphonallobus befindet sich unter der Basis des ersten Laterallobus.	4) Die Basis des Siphonallobus befindet sich fast in demselben Niveau mit der Basis des ersten Laterallobus.	4) Die Basis des Siphonallobus befindet sich in einem höheren Niveau, als die Basis der Lateralloben.		
5) Die Extern-Sättel sind niedriger, als die ersten Lateralsättel.	5) Die Externsättel sind etwas höher, als die ersten Lateralsättel.	5) Die Höhe der Externsättel zweimal grösser, als die Höhe des ersten Lateralsattels.	5) Die Höhe des Externsattels übertrifft mehr als zweimal die Höhe des ersten Lateralsattels.	5) Die Höhe des Externsattels ungefähr $2^1/_2$ mal grösser als die Höhe des ersten Lateralsattels.
6) Der erste Lateralsattel höher als der zweite.	6) Die Höhe des ersten und zweiten Lateralsattels gleich.	6) Der erste Lateralsattel niedriger als der zweite.		
7) Die Scheidewände berühren sich nicht.	7) Der zweite Laterallobus berührt den zweiten Lateralsattel der vorhergehenden Lobenlinie.	7) Der zweite und dritte Laterallobus berühren den 1., 2. und 3. Lateralsattel der vorhergehenden Lobenlinie.	7) Der 2., 3., 4. und 5. Laterallobus berühren den 1., 2., 3., 4. und 5. Lateralsattel der vorhergehenden Lobenlinie.	7) Der 1., 2., 3., 4., 5. und 6. Laterallobus berühren den unteren Adventivsattel und den 1., 2., 3., 4., 5. und 6. Lateralsattel der vorhergehenden Lobenlinie.

1) Auf dem kleineren Verneuil'schen Exemplare und auf einem grossen, dessen Lobenlinie in Fig. 1 *m* abgebildet ist, beträgt die Anzahl der Lateralloben bis zum Nabelrande 11, daher bin ich der Ansicht, dass auch das Exemplar Fig. 1 *l*, dessen Nabelrand nicht erhalten ist, dieselbe Anzahl darstellt.

Aus der Vergleichung der obenangeführten Data ist zu ersehen, dass beim Wachsthum der jungen Umgänge die Anzahl der Lateralloben sehr rasch zunimmt. Bei verhältnissmässig grossen Exemplaren bleibt sie fast dieselbe. Die Höhe der Externsättel nimmt allmählig mit dem Wachsthum der Umgänge zu, wobei auch die Anzahl der Einschnitte oder der kleinen Adventivloben grösser wird. Auf der Siphonal- (äusseren) Seite der Externsättel erscheinen diese Einschnitte im Vergleich zur inneren (Lateral-) Seite derselben um einen weniger. Die Basis des Siphonallobus rückt mit dem Schalenwachsthum, im Vergleich zu den anderen Elementen der Lobenlinie, immer mehr in ein höheres Niveau. Dieses geht bei jungen Umgängen viel rascher als bei ausgewachsenen Exemplaren vor. Ausserdem sind noch einige Veränderungen an den Lobenlinien zu beobachten, welche schon in der angeführten Tabelle zum Theil erwähnt worden sind, aber eine geringere Bedeutung haben.

Fig. 1 *l* und 1 *m* lassen erkennen, dass einige Loben an ausgewachsenen Exemplaren vor ihrer Zweitheilung sich verengen.

Dimensionen.

	(Fig. 1 *m*).	(Fig. 1 *l*).		(Fig. 1 *g,h,k*).	(Fig. 1 *c,f,j*).	(F. 1 *c,d,i*).		(F. 1 *a,b*).
	I	II	III	IV	V		VI	VII
Durchmesser	u. 72^{mm}	62	53	u. 26	11	9	4,5	3,3
Höhe des letzten Umganges . .	44	u. 38	33	16	7	5	1,8	1,0
Dicke	13	12	»	5,5	3	2,3	1,5	0,7
Höhe des ev. Theiles desselben	27	25	»	10	»	1,5	»	»
Höhe des involuten Theiles . .	17	14	»	6	»	3,5	»	»
Durchmesser des Nabels	4	?	2,1	1,5	1,5	1,5	»	1,7

Vergleichung. Unter den sicilianischen Medlicottien ist der *M. Orbignyana*, die von Gemmellaro beschriebene *M. Trautscholdi* sehr ähnlich. Dieser Forscher hat mit Recht eine neue Form aufgestellt, da die verschiedenen Entwickelungsstadien der Ural'schen Form bis jetzt unbekannt waren. Indessen unterscheiden sich ihre jungen Exemplare nach den Lobenlinien ganz bedeutend von dem, von Verneuil untersuchten grossen Exemplar.

Vergleicht man die von Gemmellaro gegebene Beschreibung und Abbildung (l. c., Tab. VIII, f. 27—31) mit unserem Exemplar (Fig. 1 *g, h, k*, Taf. II), so erkennt man fast die vollständige Uebereinstimmung in der Form des Gehäuses, ihrer verhältnissmässigen Dimensionen und Lobenlinien. Der einzige Unterschied, welcher vielleicht von einiger Bedeutung sein könnte, besteht darin, dass die beiden Theile, in welche die Loben an ihrer Basis zerfallen, bei der sicilianischen Form durch ihre Grösse bedeutend mehr von einander abweichen als bei der Ural'schen Form. Bei der letzteren (Fig. 1 *k*) ist der äussere Theil des ersten Lateralobus nur ein wenig länger als der innere, dagegen erscheint bei *M. Trautscholdi* der äussere Theil dieses Lobus ungefähr zweimal länger als der innere. Ferner beim dritten und folgenden zweitheiligen Lateralloben ist bei *M. Orbignyana* der äussere Theil nur unbedeutend kürzer, als der innere, bei der sicilianischen Form aber, ist er nach der von Gemmellaro gegebenen Zeichnung (Fig. 36) zu urtheilen, zweimal oder noch kürzer, als der

innere Theil. Da ein derartiger Unterschied zwischen den Zacken der zweitheiligen Loben bei verschiedenen Exemplaren von gleicher Grösse in verschiedenem Grade zu bemerken ist (bei dem Petschora-Exemplar z. B. viel deutlicher, als in Fig. 1 *k* angegeben), so kann, meiner Ansicht nach, das in Rede stehende Merkmal nicht zur Unterscheidung der Art dienen, so dass die sicilianische Form zu *M. Orbignyana* gebracht werden müsste und zwar, wenn die angeführten Merkmale der Loben bei der sicilianischen Form constant sind, dieselbe als *M. Orbignyana* var. *Trautscholdi* Gemmell. bezeichnet werden könnte.

Vorkommen. Die von mir untersuchten Exemplare stammen aus dem Sandstein in der Umgegend der Artinsk-Hütte, des Berges Chanysch an dem Grossen Ik, an der Koswa, unterhalb der Mündung der Chaldina, an der Beresowaja, an der Jajwa (Podsyputschaja gora) und aus dem kieseligthonigen Kalksteine an der Petschora unterhalb der Mündung der Unja.

Medlicottia sp. indeterm.

(Taf. II, Fig. 6 *a*, *b*).

Beim Hüttenwerk Ssimsk fand Tschernyschew einige verdrückte Fragmente von *Medlicottia*, welche, wie es scheint, einer besonderen, noch wenig bekannten, aber der *M. artiensis* nahe stehenden Art angehören. Nach diesen Stücken zu urtheilen besteht das Gehäuse der in Rede stehenden Art aus sehr flachen Umgängen, welche auf der Siphonalseite mit zwei Reihen zahlreicher Höcker besetzt sind; die letzteren verlängern sich auf die Flanken des Gehäuses in sehr kurze, rasch verschwindende flache Rippen. Ausser diesen Rippen befinden sich weiter unter denselben feine *S*-förmig gebogene Rippchen. Unter der Oberflächenschicht der Schale ist eine gestreifte Sculptur deutlich zu erkennen, wobei die Streifen auf dem unteren Theile der Umgänge fast in die Quere verlaufen, aber höher biegen sie sich zurück, durchschneiden die Rippchen und nehmen eine sehr spitzwinklige Richtung zur Siphonalseite an. In der Nähe der letzteren sind sie nicht beobachtet worden. Ihrem Ansehen nach erinnern sie sehr an die sogenannten *stries creuses* Barrande's, aber ihre wahre Natur kann ich nicht feststellen. Die Lobenlinien sind nur theilweise beobachtet worden. In Fig. 6 *b* sind die ersten und zweiten zweitheiligen Lateralloben und ebenso die Lateralseite des Siphonalsattels zu sehen; auf dem letzteren sind die Adventivloben entwickelt, von denen der untere zweitheilig erscheint.

Dimensionen. Die Exemplare sind so deformirt, dass die Dimensionen nicht genau angegeben werden können.

	I	II (Fig. 6 *a*)	III (Fig. 6 *b*).
Schalendurchmesser	ungef. 52 mm	?	?
Breite des letzten Umganges	3,5	3,5	3,5

Vergleichung. Die in Rede stehende Art hat die grösste Aehnlichkeit mit *M. artiensis*, von welcher sie sich bei gleichem Schalendurchmesser durch folgende Merkmale unterscheidet: viel dünnere Umgänge, zahlreichere Höcker, welche fast nicht in Flankenrippen übergehen,

und Biegungsform der Rippchen. Die beobachteten Theile der Lobenlinie sind den entsprechenden Theilen der Lobenlinie von *M. artiensis* ähnlich, aber die Loben und Sättel unserer Form erscheinen beim Vergleich der Dimensionen der anliegenden Höcker viel grösser. Auf dem Theile der Siphonalseite, welcher der Länge des ersten Laterallobus entspricht, befinden sich 5 bis 6 Höcker; bei *M. artiensis* erscheinen dagegen bei gleichem Schalendurchmesser nicht mehr als vier. Nach dem allgemeinen Habitus und den Höckern ist das Gehäuse unserer Form der *M. Schopeni* Gemm. ähnlich, aber die Lobenlinie der letzteren, welche sich durch einen tiefen ersten Laterallobus auszeichnet, ist wesentlich verschieden.

Vorkommen. Ssimsk-Hüttenwerk, im feinkörnigen thonigen Sandstein der Artinsk-Stufe.

Medlicottia Karpinskyana Krotow.

Medlicottia Karpinskyana Krotow. Artinsk-Stufe S. 209, Taf. I, Fig. 34—38.

Die von Krotow beschriebenen Exemplare stellen augenscheinlich junge Individuen dar, von welchen das grösste das *Sicanites*-Stadium darstellt. Nach den anderen Medlicottien zu urtheilen erhalten sie mit dem Wachsthum einen ganz anderen Habitus. Die erwähnten jungen Exemplare zeigen eine grosse Aehnlichkeit mit den jungen Umgängen der *M. artiensis*. Ausser vielleicht einer unwesentlichen Abweichung in den Lobenlinien zeichnet sich die *M. Karpinskyana* durch den verhältnissmässig sich langsam verändernden Character, d. h. äussere Gestalt der Umgänge aus; so erscheint der Querschnitt der letzteren bei ihrer Höhe von $3^1/_2$ Mm. halbelliptisch oder parabolisch mit abgerundeter Siphonalseite, während bei *M. artiensis* bei einer Höhe der Umgänge von 2,25 Mm. auf der Siphonalseite die durch eine Längsfurche getrennten Höcker zu beobachten sind. Die von Krotow und Stuckenberg an der Koswa (Chaldinskaja Gora) und Sylwa (Urma) gesammelten Exemplare der in Rede stehenden Art sind von mir nicht untersucht worden.

Subgenus Propinacoceras Gemmellaro.

Gemmellaro. Fauna dei calcari c. Fusulina etc. 55.

Die Formen, welche Gemmellaro unter dem Namen *Propinacoceras* als die, den typischen Medlicottien zunächst stehenden vereinigt hat, müssten meiner Ansicht nach, bei Uebereinstimmung der meisten ihrer Merkmale mit letzteren, eher einer besonderen Untergattung der Medlicottien, als einer selbstständigen Gattung angehörig betrachtet werden.

Die Annahme dieser oder jener Ansicht hängt im gegebenen Falle von dem subjectiven Standpunkte des Forschers ab. Der einzige Unterschied zwischen *Propinacoceras* und *Medlicottia* besteht darin, dass beim Schalenwachsthum die Differenzirung der Externsättel oder ihre Eintheilung in kleine Adventivloben und Sättelchen nur auf ihrer Lateral- oder

Innenseite erfolgt. Alle bisher bekannten Propinacoceraten (5 Arten) zeichnen sich durch die glatten parallelen Flanken und breite, von zwei Reihen Höcker oder kurzen Querrippen begrenzte Siphonalseite ihrer Umgänge aus. Die unten angeführten Ural'schen und bucharischen Arten (Taf. II, Fig. 7*e* und 8*a*, *b*) und ebenso die sicilianische Form *Medlicottia Schopeni* Gemm. sind Mittelformen zwischen *Medlicottia* und *Propinacoceras*, welche durch die nicht differenzirte Siphonalseite der Externsättel sich den Propinacoceraten nähern, aber durch die Entwickelung und Lage des unteren Adventivlobus (*a*) sich den Medlicottien anschliessen. Die sicilianische Form nähert sich mehr den letzteren; die beiden ersteren dagegen dem *Propinacoceras*.

Propinacoceras Sakmarae Karp.

(Taf. II, Fig. 7 *a—h*).

Sageceras Sakmarae Karpinsky. Verh. d. Min. Gesellsch. IX, 286, Taf. XII, Fig. 9—14.
Medlicottia Sakmarae (Karp.) Waagen. Salt-Range Fossils. 83.
Medlicottia falx (Eichw.) Krotow (p) Artinsk. Etage 211.
Medlicottia falx (Eichw.) Krotow (p.) Mém. Com. Géol. VI, 473.

Zu der von mir gegebenen Beschreibung dieser Form füge ich einige Ergänzungen in Betreff der Lobenlinien hinzu, welche zwar früher schon bekannt waren, die ich aber mit grosser Mühe so aufdecken konnte, wie sie in Fig. 7 *d*, *e* und *f* auf Taf. II abgebildet sind, wo in zusammenhängenden Linien die unmittelbar beobachteten Suturen und durch Punktirung die restaurirten Theile angegeben sind.

Die Vergleichung der Figuren 7 *d* und *e*, welche von einem in den Verh. der Min. Ges. 1874. IX, Taf. XII, Fig. 9 und 10 abgebildeten Exemplare dargestellt sind, zeigt Folgendes: der Siphonallobus zerfällt bei einer Höhe des Umganges von 7 Mm. an seiner Basis in drei Theile; der mittlere Theil erscheint noch offen. Auf diese Weise besitzt dieser Lobus die Gestalt desselben Typus, wie bei den Gattungen und Stadien *Pronorites*, *Paraprolecanites* und *Sicanites*.

Die Lateralseite des Externsattels ist durch zwei Adventivloben differenzirt; der untere derselben (Fig. 7 *e*, *a*), welcher eine schiefe Stellung annimmt, ist verhältnissmässig stark entwickelt und endigt zweispitzig. Ein Theil des Sattels, welcher sich zwischen diesem Secundärlobus und dem Siphonallobus befindet, hat eine horizontale Lage und besitzt einen Einschnitt oder einen schwachen Adventivlobus. Die Anzahl der beobachteten Lateralloben ist = 7; nach der übrigen Entfernung bis zum Nabel zu urtheilen erreicht die ganze Anzahl, bei der angeführten Höhe des Umganges 9 oder 10. Auf dem evoluten Theile des Umganges befinden sich 4 Loben (alle zweispitzig); die Basis der übrigen Loben, welche innerhalb der Projectionsspirale liegen, ist nicht beobachtet worden; wahrscheinlich sind sie theils zweispitzig, theils einfach. Die Basis des ersten Laterallobus liegt tiefer als die der übrigen. Der erste Lateralsattel ist höher als der Externsattel, der zweite ist der höchste;

dann nimmt ihre Höhe in der Richtung zum Nabel allmählig ab. Auf dem grossen Exemplare (Verh. der Min. Ges. IX, Taf. XII, Fig. 12) ist nur ein Theil der Suturen der letzten Scheidewand zu sehen: und zwar ein Theil des oberen Endes des Externsattels und das obere Ende einiger Lateralsättel (Taf. II, Fig. 7 *f*; die untere Hälfte der Scheidewände ist abgebrochen). In Fig. 7 *f* ist versuchsweise die Lobenllinie restaurirt, wobei der höchste Sattel als zweiter Lateralsattel angenommen wird, (was in der That an kleineren Exemplaren der Fall ist, vgl. Fig. 7 *e*), und der Lobus *a*, als unterer Adventivlobus (welcher, so zu sagen, aus dem Lobus *a*, Fig. 7 *e* entstanden ist). Wenn diese Voraussetzung sich bestätigt, so wird die Höhe des Sattels zwischen dem Adventivlobus *a* und dem ersten Laterallobus *l* (Fig. 7 *e*) mit dem Schalenwachsthum grösser und übertrifft die der Externsättel (Fig. 7 *f*). Die restaurirte Zeichnung Fig. 7 *f* ist den von Gemmellaro abgebildeten Lobenlinien des *Propinacoceras* sehr ähnlich; in der von diesem Forscher gegebenen Beschreibung wird der Lobus *a*, als erster Laterallobus betrachtet. Betrachtet man denselben als einen solchen, so würde bei unserer Form für den Lobus, welcher dem gleichförmigen Lobus *a* in Fig. 7 *e* entspricht, kein Raum vorhanden sein.

Vergleichung. Die oben angeführte Beschreibung der Lobenlinie von *Propinacoceras Sakmarae* zeigt, dass diese Form sich wesentlich von *Medlicottia artiensis* unterscheidet, mit welcher sie oft verwechselt wurde. Als ich im Jahre 1874 die Beschreibung der ersteren gab, war es bekannt, dass die Rippen eines grossen Exemplars von *M. artiensis* den Höckern entsprechen, welche an jungen Exemplaren sich zu Rippen verlängern; das Fehlen der Flankenrippen ist aber damals bei noch kleineren Exemplaren noch nicht beobachtet worden, obgleich man dasselbe voraussetzen konnte. Ungeachtet dessen konnte ich mich im Jahre 1874 nicht entschliessen den *Pr. Sakmarae* mit *M. artiensis* zu vereinigen, weil bei Exemplaren der letzteren Form, welche ungefähr dieselben Dimensionen hatten, wie in Fig. 12, Taf. XII meiner Arbeit (Verh. d. Min. Ges. IX), die Flankenrippen vorhanden sind und die Höcker zahlreicher, als bei *Pr. Sakmarae* auftreten; ausserdem an grossen Exemplaren, wie das aus dem Fragment des letzteren (Fig. 14) zu ersehen ist, der Querschnitt der Umgänge, abgesehen von dem Character der Rippen, ganz wesentlich bei beiden Formen abweicht. Bei der Sakmarischen Form geht die Siphonalseite allmählig in die Seitenflächen durch einen abgerundeten Rand (Fig. 7 *g*, Taf. II) über, während sie sich bei *M. artiensis* durch eine stumpfe Kante mit den Seitenflächen vereinigt (vergl. Fig. 23, S. 24). Die später aufgefundenen jungen Exemplare der *M. artiensis* zeigten der äusseren Gestalt nach eine solche Aehnlichkeit mit *Pr. Sakmarae*, dass ich, wie die andern Geologen, dieselben in einigen Fällen zur letzteren Form rechnete. Indessen hat Krotow nachgewiesen, dass diese Exemplare mit den inneren Umgängen der *M. artiensis* identisch sind, und vereinigt in Folge dessen beide Arten. Sowohl der Character der Lobenlinien, als auch die soeben angeführten Unterschiede gestatten nicht diese Vereinigung. Eine genaue Untersuchung weist darauf hin, dass auch die jungen Exemplare von *M. artiensis* und *Pr. Sakmarae* sogar in solchen Fällen unterschieden werden können, wo die Lobenlinien nicht zu beobachten sind. Der Hauptunterschied

besteht in der Form der Höcker, die bei *M. artiensis* eine unsymmetrische Gestalt annehmen (Fig. 1 *d*, Taf. I); dagegen bei *Pr. Sakmarae* ganz symmetrisch erscheinen, und zwar auf den jungen Umgängen halbkugelig (Fig. 7 *a*, *b*, Taf. II), bei den älteren Umgängen hemiellipsoidal (Fig. 7 *c*) werden. Ausserdem ist die Siphonalfurche bei *M. artiensis* in allen Altersstufen viel schärfer ausgeprägt, als bei *Pr. Sakmarae*. Bei jungen Exemplaren der letzteren Form erscheint diese Furche so zu sagen nur angedeutet, weil zwischen den beiden Höckerreihen ein schmaler glatter Längsstreifen (Fig. 7 *a*, *b*) vorhanden ist. An grösseren Exemplaren erscheint die Furche deutlicher (Fig. 7 *c*, *g*, Taf. II und Fig. 14, Taf. XII Verh. d. Min. Ges. IX); aber obgleich sie auf den Steinkernen vollkommen zu erkennen ist, tritt sie auf der Schale viel schwächer auf. Bei *M. artiensis* prägt sich diese Furche in allen Altersstufen viel schärfer aus. Schliesslich ist zu bemerken, dass der Nabel bei *Pr. Sakmarae* bei gleichem Schalendurchmesser kleiner erscheint. So erreicht der Nabeldurchmesser bei dem in Fig. 1 *e*, Taf. I abgebildeten Exemplar der *M. artiensis* 2 Mm. und bei *Pr. Sakmarae* von gleichen Dimensionen 1 Mm.

Auf dem Exemplar in Fig. 12, Taf. XII (Verh. d. Min. Ges. IX), befindet sich eine kleine Schale, welche in Fig. 7 *h*, Taf. II dargestellt, sich als ein junges Exemplar von *Pr. Sakmarae* ausweisen wird. Diese Schale besitzt rasch anwachsende Umgänge, mit abgeflachten Flanken und gerundeter Siphonalseite, und ist nach dem *Pronorites*-Typus ausgebildet, was auch der in Fig. 7 *i* abgebildeten Lobenlinie vollkommen entspricht, bei welcher der Siphonallobus und letzte Laterallobus restaurirt sind. Durch die entsprechenden Dimensionen der verschiedenen Theile und geringe Grösse kann diese Schale keiner einzigen bekannten *Pronorites*-Art angehören, wie auch aus der Lobenlinie zu ersehen ist. Die grosse Anzahl der Laterallobeu bei einer Höhe des Umganges von 2 Mm., wobei der erste (zweispitzige) und zweite (einfache) Laterallobus fast von gleicher Breite sind, weist darauf hin, dass das Gehäuse in Fig. 7 *h* nicht das Endstadium, sondern das *Pronorites*-Stadium einer vielmehr differenzirten Gattung darstellt.

Eine grössere Aehnlichkeit als mit *M. artiensis* besitzt die Sakmarische Form mit den sicilianischen Propinacoceraten, besonders mit *Propinacoceras affine* Gemm., was schon von Gemmellaro nachgewiesen worden ist. Von dieser Art unterscheidet sich *Pr. Sakmarae* durch seine Lobenlinien; obgleich vielleicht der Unterschied in dieser Beziehung bei genauerem Studium beider Arten, namentlich in Bezug auf die Lobenlinien der Exemplare von gleicher Grösse, und nach Feststellung der Entwickelung der Loben *a* und *l* (Fig. 7 *f* und *e*), später unbedeutender sein wird, als es gegenwärtig zu sein scheint.

Vorkommen. Alle Exemplare von *Pr. Sakmarae* sind bis jetzt ausschliesslich im Kalksteine der Artinsk-Stufe bei Kundrowka an der Sakmara gefunden worden. Die andern uralschen Formen, welche unter diesem Namen (*Sageceras* oder *Medlicottia Sakmarae*) angeführt worden sind, stellen junge Exemplare der *M. artiensis* dar. Die Darwaz-Form, die von mir als *Medl. cf. Sakmarae* beschrieben worden ist, erscheint in der That als eine der uralschen sehr nahe stehende, aber selbstständige Art.

Propinacoceras Darwasi n. sp.

(Taf. II, Fig. 8, *a*, *b*).

Sageceras (*Medlicottia*) cf. *Sakmarae* Karpinsky. Verh. d. Min. Ges., XVIII, 1883, 214 f. 2—5.
Medlicottia falx (Eichw.) Krotow (p.) Artinsk. Et. 210.

Die Beschreibung dieser Form habe ich in der oben citirten Arbeit gegeben. Die fast ganz unbekannten Lobenlinien sind mit grosser Mühe an dem in Fig. 4 (Verh. d. Min. Ges.) abgebildeten Exemplar bei einer Höhe des Umganges von 14 Mm. aufgedeckt und in Fig. 8, Taf. II theils (durch Punktirung) in restaurirtem Zustande abgebildet worden. Der Siphonallobus ist unbekannt. Der Externsattel ist durch zwei Einschnitte oder schwache Adventivloben differenzirt, welche sich auf dem breiten, in horizontaler Richtung ausgezogenen Ende des Sattels befinden; zwischen diesem Ende und dem ersten Laterallobus befindet sich ein kleiner schiefliegender zweispitziger Adventivlobus *a*. Lateralloben 10 oder 11. Der zweite und dritte Lobus sind am tiefsten; der erste (*l*) viel kürzer. Auf dem evoluten Theile der Umgänge erscheinen 4 Lateralloben, alle zweitheilig. Von den innerhalb der Projectionsspirale vom vorhergehenden Umgange liegenden Loben sind zwei mittlere einfache vollständig beobachtet worden. Der erste und zweite Lateralsattel sind ungefähr von gleicher Grösse; ihr oberes Ende liegt fast in demselben Niveau mit dem Ende des Externsattels.

Vergleichung. Der Hauptunterschied zwischen *Propinacoceras Darwasi* und dem ihm am meisten ähnlichen *Pr. Sakmarae* besteht darin, dass bei dem letzteren der erste Laterallobus (*l*) tiefer als der zweite, dritte und die anderen Loben liegt, bei *Pr. Darwasi* aber umgekehrt die Basis des ersten Laterallobus erscheint viel höher als die des zweiten und dritten Lobus. Ausserdem ist bei dieser Art das obere Ende des Externsattels (mit zwei schwachen Loben) in demselben Niveau mit dem Ende des ersten Lateralsattels und nicht etwas tiefer, wie bei *Pr. Sakmarae* (bei welchem das obere Ende des Externsattels bei ungefähr gleicher Grösse des Umganges scheinbar nur mit einem Einschnitt versehen ist). Schliesslich ist der zweite Lateralsattel bei *Pr. Sakmarae* höher als der erste, während sie bei *Pr. Darwasi* fast gleich sind. Einige andere vielleicht nicht sehr wesentliche Unterschiede sind schon früher angeführt worden (S. Verh. d. Min. Gesellsch. XVIII, 215).

Vorkommen. Darwas in Buchara aus einem einzeln gefundenen kieselig-thonigen Kalksteinblock.

Nachträgliche Bemerkungen über die Entwickelung, genetischen Verhältnisse und Classification der obenbeschriebenen Formen.

Aus der Beschreibung der Entwickelung der oben angeführten Formen kann man ersehen, dass sie alle eine natürliche Gruppe bilden, deren Mannigfaltigkeit (vorausgesetzt dass ihre embryonale Entwickelung mit ihrer Abstammung zusammenhängt) von einem der

einfachsten Typen der Ammoneen ausgeht, welchem oben der Gattungsname *Ibergiceras* beigelegt worden ist.

Diese Gattung, zu welcher einstweilen nur eine bekannte Art *Goniatites tetragonus* Roem. gehört, steht dem *Prolecanites* Mojs. sehr nahe. Es ist möglich, dass man die erwähnte Form nicht von der letzten Gattung trennen dürfte; doch scheint es mir, dass die typischen Prolecaniten, deren Entwickelung leider noch nicht untersucht worden ist, einige schon oben angeführte Abweichungen oder eine weitere *Ibergiceras*-Entwickelung darstellen. Diese Abweichungen, welche in dem hinaufrückenden Niveau der Basis des Siphonallobus, in der Verlängerung der Lateralloben und Auftreten der Auxiliarloben bestehen, nehmen dieselbe Richtung an, in welcher die Veränderungen bei Verwandlung von *Ibergiceras* in andere Formen vor sich gehen. In der unten folgenden Tabelle (Fig. 27) sind die früher besprochenen Entwickelungsbeziehungen veranschaulicht worden. Die Betrachtung dieser Tabelle zeigt uns, welche Entwickelungsstadien die in derselben angeführten Ammoneen durchlaufen. So z. B. durchlaufen die Medlicottien in ihrer Entwickelung die Stadien *Ibergiceras*, *Parapronorites*, *Pronorites* und *Sicanites*; das *Ibergiceras*-Stadium und ebenso die des *Paraprolecanites* und *Pronorites* sind auch der von den *Medlicottien* sehr abweichenden *Norites*-Gattung eigen, bei welcher in dem *Pronorites*-Stadium die weitere Differenzirung der Merkmale in einer andern Richtung erfolgt, als bei den Medlicottien [1]). Die beiliegende Tabelle zeigt auch meiner Ansicht nach die genetischen Beziehungen der in derselben angeführten Formen, um so mehr, als ihre Entwickelungsstufe in auffallender Weise mit ihrem geologischen Alter zusammentrifft.

Da in dieser Tabelle einige Formen aufgenommen sind, welche ich nicht untersucht habe und die früher nicht erwähnt worden sind, so halte ich es für nothwendig einige von denselben näher zu bezeichnen. Die *Paraprolecanites*-Gattung betrachte ich als Zwischen form von *Prolecanites* und *Lecanites* Mojs. in der Voraussetzung, dass der einfache Siphonallobus des *Prolecanites* anfangs in drei Theile zerfällt, aus welchen später der Medianhöcker mit einem Einschnitt am Ende entsteht, wie bei einigen Pronoriten. Später verschwindet dann der Einschnitt am Ende des Medianhöckers, wie das auf Grund der Veränderungen des Medianhöckers bei anderen Ammoneen anzunehmen ist (wie z. B. bei *Gastrioceras*, s. unten), und durch das Fehlen des erwähnten Einschnittes auf einigen grossen Medlicottia-Exemplaren (*M. Wynnei* Waag, einige sicilianische Medlicottien). Weiter unten wird angezeigt werden, dass das Verschwinden des Einschnittes auf dem Medianhöcker scheinbar mit der Veränderung der nach hinten gerichteten Siphonaldüten in nach vorn gerichtete zusammenfällt. Aber ausser der erwähnten Veränderung bildet *Prolecanites* oder richtiger *Paraprolecanites* den Anfang der Gattung *Daraelites* Gemm., deren junge Gehäuse nach ihrer äusseren Form und ihrer Lobenlinien mit *Paraprolecanites* vollständig übereinstimmen.

1) Die Furche, welche auf dem Steinkerne der Pronoriten auftritt, erscheint bei den Medlicottien entweder als Furche, welche die schmale Siphonalseite ganz einnimmt oder nur in der Mitte derselben verläuft.

(Zu Seite 42, Fig. 27.)

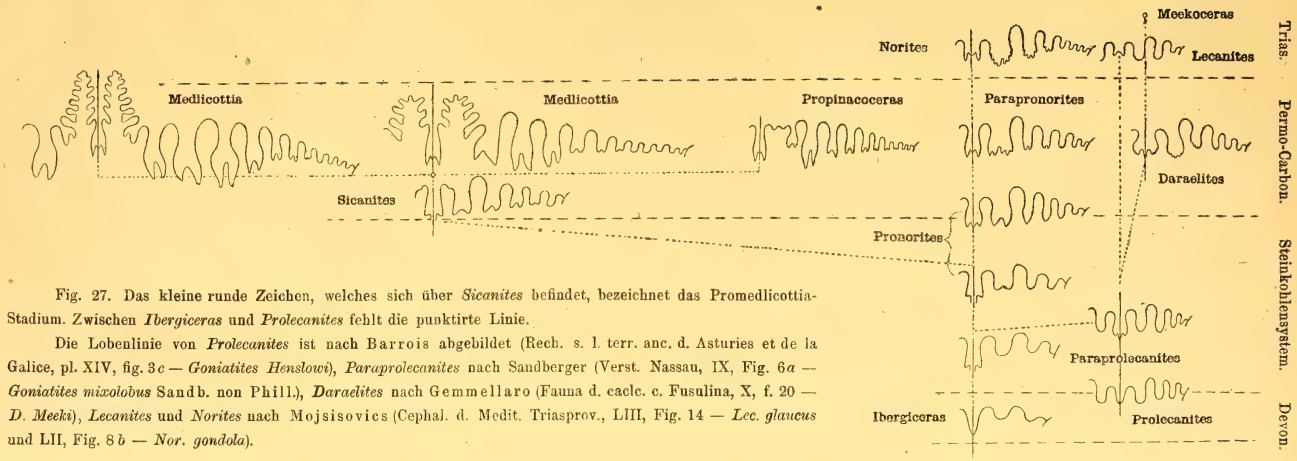


Fig. 27. Das kleine runde Zeichen, welches sich über *Sicanites* befindet, bezeichnet das Promedlicottia-Stadium. Zwischen *Ibergiceras* und *Prolecanites* fehlt die punktirte Linie.

Die Lobenlinie von *Prolecanites* ist nach Barrois abgebildet (Rech. s. l. terr. anc. d. Asturies et de la Galice, pl. XIV, fig. 3*c* — *Goniatites Henslowi*), *Paraprolecanites* nach Sandberger (Verst. Nassau, IX, Fig. 6*a* — *Goniatites mixolobus* Sandb. non Phill.), *Daraelites* nach Gemmellaro (Fauna d. cacle. c. Fusulina, X, f. 20 — *D. Meeki*), *Lecanites* und *Norites* nach Mojsisovics (Cephal. d. Medit. Triasprov., LIII, Fig. 14 — *Lec. glaucus* und LII, Fig. 8*b* — *Nor. gondola*).

Betrachtet man die andern Ammoneen, so entssteht unwillkürlich eine Zusammenstellung der Lecaniten z. B. mit *Xenodiscus*, *Meekoceras* und *Gymnites;* aber so lange die Entwickelung dieser Ammoneen nicht genauer untersucht worden ist, sind derartige vergleichende Gruppirungen sehr gewagt. Besonders belehrend ist die Vergleichung von *Sageceras* mit *Medlicottia*, deren Schalen, wie bekannt, nicht selten auffallend ähnlich sind. Der wesentlichste Unterschied besteht in der Lage der Adventivloben, die jedoch bei *Medlicottia* auf eine andere Weise sich entwickeln, als bei den Sageceraten. Nach den Daten zu urtheilen, die in den ausgezeichneten Arbeiten von Mojsisowics und Branco angeführt werden, entwickelt sich bei diesen Ammoneen sehr früh der Medianhöcker, und die Adventivloben entstehen durch die Differenzirung desselben, während bei den Medlicottien die Medianhöcker bis auf die grossen Exemplare fehlen und auch bei den letzteren, wie gesagt, schwach entwickelt sind. Die Entwickelung der Adventivloben wird bei diesen Formen durch die Diffrenzirung der Externsättel bedingt.

Einen noch bedeutend grösseren Unterschied bemerkt man in der Entwickelung der beiden erwähnten Gattungen in viel jüngeren Stadien. Nach der Gestalt der Anfangskammer und der ersten Scheidewand gehört *Sageceras* zu den *Angustisellati*, während die Medlicottien, nach der Anfangskammer der Pronoriten zu schliessen, deren Entwickelungsstadien mit den embryonalen Stadien des *Medlicottia*-Gehäuses identisch sind, zu den *Latisellati* gehören. Der übrige weitere Verlauf der Entwickelung bis zum Endstadium ist bei den beiden erwähnten Gattungen auch sehr verschieden. Daher ist es um so bemerkenswerther, dass in diesem Endstadium *Sageceras* und *Medlicottia* nicht selten einander so ähnlich erscheinen, dass ihre Angehörigkeit zu einer und derselben Gattung noch unlängst ganz unzweifelhaft zu sein schien. Auch gegenwärtig betrachtet man die Sageceraten und Medlicottien nur als besondere Untergattungen oder sehr nahe stehende Gattungen.

In Betracht der angeführten Unterschiede in der Entwickelung entfernen sich meiner Ansicht nach diese Gattungen in ihren gegenseitigen Beziehungen sehr von einander. Man kann sagen, dass die Medlicottien unter den Latisellaten analoge Formen der Sageceraten unter den Angustisellaten darstellen. Wenn aber der grösste Theil der Medlicottien nach der äusseren Gestalt des Gehäuses so zu sagen identisch mit den Sageceraten erscheint, so zeigen einige unter denselben (z. B. *M. artiensis*) auch solche Abweichungen, die noch mehr an *Trachyceras* erinnern; oder mit andern Worten könnten einige von den Medlicottien nach der Sculptur zu den *Leiostraca* Mojs., die andern zu den *Trachyostraca* gebracht werden.

Aus dem Obigen und den bekannten Daten der Entwickelung von *Pinacoceras* ist ausserdem zu ersehen, dass die letztere Gattung und *Propinacoceras* auch nicht in unmittelbarem Zusammenhange stehen.

Die bisher bekannten Medlicottien, mit Ausnahme der zur Untergattung *Propinacoceras* gehörenden Formen, können in folgende drei Gruppen getheilt werden:

I. Gruppe der *M. Orbignyana.*	II. Gruppe der *M. Wynnei.*	III. Gruppe der *M. artiensis.*
Siphonalseite schmal, aus der Siphonalfurche und ihren beiden Kielen bestehend. Schale glatt. Externsättel schmal und hoch. *M. Orbignyana* Verneuil. *M. Orbignyana* var. *Trautscholdi* Gemm. *M. primas* Waag. *M. Verneuili* Gemm. *M. Marcoui* Gemm. *M. bifrons* Gemm.	Siphonalseite breit und flach. Schale glatt (?) Externsättel schmal und hoch. *M. Wynnei* Waag.	Siphonalseite breit mit einer Längsfurche; zu beiden Seiten derselben befinden sich Höcker oder kurze Rippen, welche sich nicht selten in die Flankenrippen der Schale verlängern. Externsättel verhältnissmässig niedrig und breit. *M. artiensis* Grünw. *M. indeterm.* *M. Karpinskyana* Krot. (?)

M. Schopeni Gemm. ist eine Uebergangsform zwischen der III Gruppe und den Propinacoceraten.

Wie bekannt, ist die bisher aufgestellte Eintheilung der einfachsten Ammoneen in Gattungen (namentlich der sogenannten Goniatiten) welche eine wichtige wissenschaftliche Bedeutung im Sinne einer auf rationeller Basis begründeten Classification hat, etwas voreilig durchgeführt worden. Noch mehr trifft dieses zu in Bezug auf die Vereinigung dieser Gattungen in Familien. Eine richtige Gruppirung derselben ist bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse noch nicht möglich.

Die in der Tabelle angeführten Formen sind, wie es scheint, durch die einheitliche Abstammung mit einander eng verbunden, indessen werden viele derselben von den meisten Polaeontologen nicht nur zu verschiedenen Familien, sondern sogar zu zwei verschiedenen Abtheilungen: *Retrosiphonata* und *Prosiphonata* gebracht. Das Hauptmerkmal, das zur Eintheilung in diese Abtheilungen dient, kann, nicht wie aus den Untersuchungen Branco's hervorgeht und wie das unter anderem weiter unten bestätigt wird, als Grundlage zur Eintheilung der ersten Ordnung dienen. Nicht nur in einer und derselben Familie, sondern sogar in einer und derselben Gattung können sich solche Formen befinden, welche in ihrem Endstadium in Betreff der Richtung der Siphonaldüten von einander abweichen.

Es scheint mir, dass die in der Tabelle angeführten Ammoneen zu einer grossen Familie gehören, für die man die von Hyatt gegebene Bezeichnung *Prolecanitidae* beibehalten könnte.

Diese Familie könnte wahrscheinlich noch durch solche Formen vervollständigt werden, welche schon zum Theil von Hyatt in dieselbe aufgenommen wurden[1]), aber einige dieser Formen, wie z. B. *Lobites* und *Popanoceras* stellen sehr entfernt stehende Formen dar, welche man mit *Prolecanites* und *Pronorites* nicht in einer und derselben Familie unterbringen kann.

Die schon mehrere Mal nachgewiesene Entwickelung des Siphonallobus betrachte ich als das am meisten characteristische Merkmal der in Rede stehenden Familie, welche man in Bezug auf die in der Tabelle angeführten Formen in folgende Unterfamilien eintheilen könnte:

1) *Medlicottinae.*

Die hierhergehörigen Formen zeichnen sich durch das Vorhandensein von Adventivloben und zweitheiligen Lateralloben aus.

1) *Sicanites.*
2) *Propinacoceras.*
3) *Medlicottia.*

2) *Noritinae.*

Formen, die sich durch das Vorhandensein von zweitheiligen, zuweilen gezähnten Loben auszeichnen.

1) *Pronorites.*
2) *Parapronorites.*
3) *Norites.*

3) *Lecanitinae.*

Formen mit einfachen, d. h. nicht zweitheiligen, zuweilen gezähnten Lateralloben.

1) *Ibergiceras.*
2) *Prolecanites.*
3) *Paraprolecanites.*
4) *Lecanites.* [stamm).]
5) *Daraelites* (Seiten-

GLYPHIOCERATIDAE Hyatt.

Gastrioceras Hyatt.

Ammonites (Br.) (p.) Martin. Petrificata derbiensia, 1809, pl. 35, fig. 3.
Ammonites (Br.) (p.) Sowerby, v. Buch, Giebel. etc.
Goniatites (de Haan) Phillips (p.) Geol. of Yorksh., pl. XX, f. 1.
Goniatites (de Haan) (p.) Verneuil, Meek, Eichwald, Brown, Worthen, Grünewaldt, Gurow, Karpinsky, Hall, Whitfield, Krotow, Abich etc.
Aganides (Montf.) (p.) d'Orbigny Prodr,116.
Gastrioceras Hyatt. Gen. of fos. Cephal. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., 1883, XXII, 327.
Gastrioceras (Hyatt.) Zittel, Gemmellaro, Zwetajew etc.

Zu der von Hyatt aufgestellten Familie der *Glyphioceratidae* gehören unter anderen auch die Goniatiten der Gattungen *Glyphioceras* (Hyatt) und *Gastrioceras* (Hyatt), wobei einige Forscher zu der ersteren die von Hyatt unter den Bezeichnungen *Münsteroceras*, *No-*

1) Zu Prolecanitiden fast ohne Zweifel gehören: *Sandbergeroceras*, *Triainoceras*, *Pharciceras*, *Goniatites discus* M.'Coy (Synopsis of the charact. of the carbon. fossils of Ireland, p. 13, pl. II, fig. 6).

mismoceras und *Homoceras* getrennten Formen rechnen und zu der letzteren die Gattung *Paralegoceras* (Hyatt).

Der wesentlichste Unterschied zwischen den typischen Formen der Gattung *Gastrioceras* und den typischen *Glyphioceras*-Arten besteht bei den ersteren: im trapezoidalen Querschnitt der Umgänge, im Auftreten von Rippen auf den Seitenflächen (oder Tuberkeln, Knoten), breiten Nabel und Vorhandensein des zweiten Laterallobus oder Einschnittes auf dem Lateralsattel. Vergleicht man die entfernter stehenden Formen dieser Gattungen z. B. *Goniatites (Gastrioceras) Jossae* Vern. mit *G. (Glyphioceras) complicatus* de Kon. oder mit dem unten beschriebenen *Glyphioceras Inostranzewi*, so erscheinen in der That diese Formen sehr abweichend von einander. Aber beim Vergleich einer grösseren Anzahl von Arten beider Gattungen erweist es sich, dass kein einziges von den angeführten Unterscheidungsmerkmalen als characteristisch betrachtet werden kann und der Unterschied in Betreff der Lobenlinie fehlt sogar so zu sagen vollständig.

Bei *Gon. Jossae* erhalten die Umgänge den trapezoidalen Querschnitt bei verschiedenen Individuen bald früher, bald später. Der Querschnitt der meisten jungen Individuen erscheint halb elliptisch oder halbrund, wobei die Nabelwand fast senkrecht abfällt. Mit dem Wachsthum wird die erwähnte Hemiellipse mehr oder weniger flach bogenförmig, während die Nabelwand schräg nach innen abfällt und die Flanken des trapezoidalen Querschnittes der Umgänge bildet. Bei den anderen Gastrioceraten bleibt der hemielliptische Querschnitt in allen Perioden des Schalenwachsthums, wie z. B. bei sog. *G. Jossae* var. A. Vern., *G. Zitteli* Gemm. etc. Dagegen haben die Umgänge bei *Glyphioceras diadema* im Jugendzustande einen trapezoidalen Querschnitt. Die letzterwähnten *Gastrioceras*-Arten und auch viele andere Formen dieser Gattung besitzen auf den Seitenflächen weder Rippen noch die dieselben ersetzenden Tuberkeln. Schliesslich ist die grössere oder geringere Involubilität des Gehäuses ein Merkmal, welches bei den *Gastrioceras*- und *Glyphioceras*-Formen nicht constant erscheint. Der einzige Unterschied, welcher zur Trennung der angeführten beiden Gattungen dienen könnte, ist das Vorhandensein des Einschnittes oder secundären Lobus auf dem Lateralsattel; aber dieser Einschnitt ist nichts anderes, als der Lobus, welcher die Lobenlinie auf der Aussenseite der Umgänge von der, der inneren Seite trennt (Suspensivlobus) und nicht nur bei allen sogenannten Gastrioceraten und Glyphioceraten, sondern auch bei den meisten Goniatiten vorhanden ist. In den meisten Fällen befindet sich dieser Lobus auf der Nabelwand der Umgänge oder auf der Umbonalnaht (Nahtlobus), zuweilen auch auf den Seitenflächen der Umgänge. Wie in dem letzteren Falle, so auch bei trapezoidalem Querschnitte der Umgänge, wenn der in Rede stehende Lobus deutlich auf den Schalenseiten zu sehen ist, wird er eben für den für *Gastrioceras* characteristischen und dem *Glyphioceras* fehlenden Einschnitt gehalten. Freilich ist dieser Umstand den meisten Palaeontologen bekannt, aber die angewandte Methode der Abbildung der Lobenlinien bei den betrachteten Gattungen (bald nur bis zum äusseren Nabelrande, bald wiederum bis zur Nabelnath) verhindert ihre richtige Vergleichung.

Auf den beigefügten Abbildungen (Fig. 28) sind die Lobenlinien von *Gastr. russiense* Zwet., *Gastr. Jossae* und *Glyph. diadema* Vern. (non Goldf.) dargestellt. Die erste Form

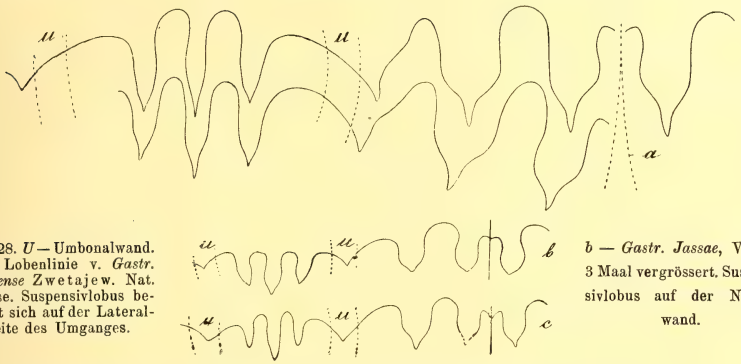


Fig. 28. *U* — Umbonalwand. *a* — Lobenlinie v. *Gastr. russiense* Zwetajew. Nat. Grösse. Suspensivlobus befindet sich auf der Lateralseite des Umganges.

b — *Gastr. Jassae*, Vern. 3 Maal vergrössert. Suspensivlobus auf der Nabelwand.

c — *Glyph. diadema* Vern. (n. Gldf.). 3 M. vergr. Suspensivlobus auf der Nabelwand.

könnte man nach der dem *Paralegoceras* gewöhnlich zugeschriebenen Characteristik zu dieser Gattung rechnen, die zweite stellt eine typische *Gastrioceras*-Form dar; die dritte — einen typischen Vertreter von *Glyphioceras*.

Aus dem Vergleich der Lobenlinien ist zu ersehen, dass sie ganz analog gebildet sind, und in Bezug auf die Vertheilung der Abschnitte der Lobenlinie die sogenannten Gastrioceraten (z. B. *G. russiense*, *G. Jossae*, *G. Zitteli* u. a.) mehr von einander abweichen, als viele andere Arten dieser Gattung und die *Glyphioceras*-Formen (z. B. *G. Zitteli*, *Roemeri* etc. und *Gl. diadema*, *complicatum* etc.).

Einige andere Bemerkungen über die Entwickelung der Lobenlinien der Gastrioceraten sollen weiter unten (s. *Gastr. Jossae*) angeführt werden. Auf diese Weise ist meiner Ansicht nach kein Grund zur Unterscheidung der einzelnen *Goniatites*-Gattungen: *Glyphioceras* und *Gastrioceras* vorhanden, schon abgesehen von denjenigen Gattungen, welche grösstentheils (wie *Homoceras*, *Munsteroceras*, *Numismoceras*) mit der ersteren vereinigt werden. Unter diesen Goniatiten aber kann man mehrere Gruppen von Arten unterscheiden, welche sich unter einander mehr gleichen als anderen Formen, z. B. die typischen mit Rippen oder Höckern verzierten Gastrioceraten, die typischen Glyphioceraten und Goniatiten, welche die nach Hyatt der Gattung *Paralegoceras* eigenen Merkmale besitzen; gleichzeitig mit denselben sind auch solche Arten vorhanden, deren Zugehörigkeit zu dieser oder jener dieser beiden Gruppen schwer nachzuweisen ist. Zuweilen können sogar junge und ausgewachsene Exemplare einer und derselben Form zu den verschiedenen erwähnten Gruppen gebracht werden.

In der unten folgenden Beschreibung habe ich nur bedingungsweise beide Bezeichnungen *Gastrioceras* und *Glyphioceras* beibehalten, ohne denselben die Bedeutung der Gattung beizulegen, wobei die Formen, auf welche die gewöhnlich der Gattung *Paralegoceras* zukommende Characteristik passt, nach dem Beispiele der anderen Geologen unter der ersten Bezeichnung beschrieben werden. Dabei ist zu bemerken, dass der typische *Paralegoceras G. Jowensis* M. W.) von diesen Formen abweicht und einer besonderen Gattung oder einem Subgenus angehört, dessen von Hyatt gegebene Characteristik etwas verändert werden muss.

Gastrioceras Jossae Vern.

Goniatites Jossae Verneuil (p.) Geol. of Russia, II, 370, Pl. XXVI, f. 2.
Aganides Jossae (Vern.) d'Orbigny Prodr. I, 116.
Ammonites Jossae (Vern.) Giebel, Fauna d. Vorwelt, III, 478.
Goniatites Jossae (Vern.) Grünewaldt, Mém. Acad. Sc. Pétersb. VII Ser., № 7, 137, IV, Fig. 1.
Goniatites Jossae (Vern.) Eichwald (p.). Lethaea, I, 1324.
Goniatites diadema (Gldf.) Eichwald (p.). Berg-Journ. (r) 1863, I, 313, 318, 319.
Goniatites Jossae (Vern.) Karpinsky (p.), Verh. d. Min. Ges., IX, 290.
Gastrioceras Jossae (Vern.) Hyatt. Gen. of. foss. Ceph., 327.
Goniatites (*Gastrioceras*) *Jossae* (Vern.) Krotow (p.). Art. Et. 196.
Goniatites Jossae (Vern.) Branco, Palaeontogr. XXII, 1880. III, Taf. V, Fig. III.
Goniatites Jossae (Vern.) Krotow (p.). Mém. Com. Géol. VI, 472.

Unter der Bezeichnung *Gon. Jossae* sind, wie bekannt, von Verneuil zwei ganz verschiedene Formen beschrieben worden, welche er nur als Varietäten einer und derselben Art betrachtet hat. Die Form var. *A* stellt zweifellos eine selbstständige Art dar, welche weiter unten als *Gastrioceras Suessi* beschrieben wird. Die typische *Jossae*-Form ist so gut bekannt, dass sie keiner Beschreibung bedarf. Ich füge nur einige Bemerkungen hinzu.

Die Schale ist, wie bekannt, mit Längsstreifen oder sogenannten Spiralstreifen, richtiger gesagt Rippchen und Querstreifen bedeckt. An sehr jungen Exemplaren erscheinen die letzteren sehr deutlich, während die Rippchen kaum zu sehen oder sogar gar nicht zu unterscheiden sind. Mit dem Wachsthum aber schon bei einem Schalendurchmesser von 8—10 Mm. entwickeln sich die Rippen so stark, dass sie über die Querstreifen vorherrschen und bei grösseren Umgängen immer schärfer hervortreten.

Was die Entwickelung der Lobenlinien anbetrifft, so ist Folgendes zu bemerken. Der Medianhöcker, welcher den Siphonallobus in zwei Arme theilt, die am Grunde anfangs abgerundet, später eckig erscheinen, ist bei jungen Exemplaren niedrig und besitzt am Ende einen breiten Einschnitt; dann nimmt die Höhe des Medianhöckers zu, der Einschnitt am Ende wird schmäler und flacher. Schliesslich erscheint der Medianhöcker gewöhnlich bei sehr grossen Exemplaren am Ende abgestutzt, ohne Einschnitt und zuweilen bemerkt man auch früher, dass die Siphonaldüten nicht allein nach hinten, sondern auch nach vorn gerichtet sind. Diese Entwickelungsstadien des Medianhöckers bei verschiedenen Individuen

erscheinen bei Gehäusen von verschiedener Grösse. Bei einigen Gastrioceraten ist, wie bekannt, das Ende des Medianhöckers abgerundet und die Siphonaldüten erscheinen in diesem Fall, wie bei den Ammoniten nach vorn gerichtet (*Gastr.* [?] *Abichianum* Moell., *G. Suessi* n. sp. etc.). Eine solche Entwickelung des Medianhöckers scheint in der Regel in allen den Fällen vorzukommen, in welchen schon fast bei seiner Bildung ein Einschnitt am Ende vorhanden ist. Eine derartige Erscheinung kann man z. B. bei der Gattung *Papanoceras*, *Agathiceras* etc. beobachten, obgleich lange nicht bei allen Arten die letzten der erwähnten Stadien erreicht werden.

Der Suspensivlobus befindet sich stets auf der Nabelwand und ist sogar an sehr kleinen Exemplaren zu beobachten.

Eichwald führt *Gon. diadema* aus den Artinsk-Schichten an; in seiner Sammlung, welche gegenwärtig in der St. Petersburger Universität aufbewahrt wird, befinden sich zwei kleine Exemplare mit der eigenhändig geschriebenen Etiquette dieses Autors: *Gon. diadema* Goldf., Artinsk. Ich kann bezeugen, dass diese Exemplare zum typischen *Gon. Jossae* gehören und nicht zu der Goldfuss'schen Art und sogar nicht zu der Form, die sich dem *Gon. diadema* nähert und von Verneuil als *Gon. Jossae* var. *A* beschrieben worden ist.

Gastr. Jossae findet sich ausschliesslich in den Ablagerungen der Artinsk-Stufe am Westabhange des Urals. Er gehört zu den gewöhnlichsten Formen, aber eine genaue Liste seiner Fundorte nach der Litteratur zusammenzustellen wäre sehr schwierig, da unter seinem Auftreten die typische Form *G. Jossae* zusammen mit *G. Suessi* angeführt wird. Die Exemplare, welche mir vorlagen, stammen aus folgenden Fundorten: Umgegend der Artinsk-Hütte, unweit der Hütte Njase-Petrowsk, Fl. Gr. Ik unweit des Dorfes Jangibaewa; Fl. Sarwa (gegenüber dem Dorfe Terekli, Mergel) Fl. Oka unweit des Dorfes Berkut; Fl. Ssakmara bei Kundrowka (Kalkstein); Fl. Uswa (zwischen den Felsen Nawisschij Kamen und Maloje Brewno); Fl. Koswa unterhalb der Mündung der Chaldina; Fl. Wischera (Kuminy Wody und unterhalb des Dorfes Ownadejewa); Fl. Sypia.

Von besonderem Interesse ist ein Geröllstück mit dem gut erhaltenen Abdruck eines ziemlich grossen Exemplars (über 47 Mm. im Durchmesser) von *G. Jossae*, welches ich von Hr. Nikitin erhielt und das von der Wisinga, linkem Zufluss des Syssola stammt; die kürzeste Entfernung zwischen diesem Fundorte und der bekannten Verbreitungsfläche der Artinsk-Schichten am Westabhange des Urals beträgt nicht weniger als 300 Kilom.

Gastrioceras Marianum Vern.

Taf. IV, Fig. 2 a, b, c.

Goniatites Marianus Verneuil Geol. of Russia II, 369, pl. XXVII, f. 2.
Aganides Marianus (Vern.) d'Orbigny Prodr. I, 116.
Goniatites Marianus (Vern.) Grünewaldt Mém. Acad. Sc. Pétersb. 1860, II, № 7, 136.
Goniatites Jossae (Vern.) Eichw. (p.) Lethaea. I, 1324.

Goniatites Listeri (Mart.) var. *Mariae* Gurow. Abhandl. d. naturf. Gesellsch. in Charkow 1873, 87.
Gastrioceras Marianum (Vern.) Hyatt Genera of foss. Ceph. 327.
Goniatites (*Gastrioceras*) *Jossae* (Vern) Krotow (p.) Artinsk. Et. 196.
Goniatites Jossae (Vern.) Krotow (p). Mém. Com. Géol. VI, 472.

G. Marianum findet sich, wie bekannt, im Kohlenkalk an der Schartymka und tritt in den Artinsk-Schichten nicht auf; da diese Form aber von einigen Forschern mit dem Artinskischen *Gon. Jossae* identificirt wird, so halte ich es für nöthig hier einige Bemerkungen in Bezug auf die Verwandtschaftsverhältnisse der in Rede stehenden Art zu machen.

Grünewaldt ist geneigt den *Gon. Marianus* für eine Varietät des *Gon. diadema* zu halten. Eichwald und Krotow vereinigen die Schartymka-Form mit *Gon. Jossae*, und Gurow bringt sie zu *G. Listeri*. Tschernischew, welcher im vergangenen Jahre die von Verneuil beschriebene Originalsammlung durchgesehen hatte, theilte mir folgende Daten in Bezug auf den Unterschied zwischen *G. Marianum* und *G. Jossae* mit: «bei gleichen Schalendimensionen ist der Nabel bei *G. Marianum* breiter, die Innenseite der Umgänge bildet mit den Seitenflächen beim letzteren einen fast zugeschärften Rand, während bei *G. Jossae* dieser Rand abgerundet erscheint. Ausserdem sind bei *G. Jossae* die Spiralrippchen viel schärfer ausgeprägt; dagegen sind sie auf den Originalexemplaren des Verneuil'schen *G. Marianum* fast gar nicht zu bemerken und das Vorhandensein derselben nur durch die kleinen zigzagartigen Biegungen der Querstreifen angedeutet». Diese Unterschiede bestätigen sich auch an allen ziemlich zahlreichen Exemplaren der beiden Formen, welche zu meiner Verfügung vorlagen. Obgleich die relativen Dimensionen des Nabels und der mehr oder weniger abgerundete Nabelrand bei *G. Jossae* keine constanten Merkmale sind, so ist doch bei gleichem Durchmesser bei *G. Jossae* noch nie ein so breiter Nabel und eckiger Nabelrand beobachtet worden, wie bei *G. Marianum*.

Die jungen Exemplare des letzteren haben stets einen und denselben Habitus, welcher in Fig. 2 *a*, *b* wiedergegeben ist. Einen ähnlichen Habitus erlangt *G. Jossae* nur bei bedeutend grösseren Dimensionen.

Eine grössere Bedeutung hat der auf die Längsrippchen bezügliche Unterschied. Es wurde schon oben erwähnt, dass an sehr jungen Exemplaren des *G. Jossae* die Querstreifung über die Längsrippchen vorherrscht, welche nicht selten mit unbewaffnetem Auge nicht zu sehen sind; aber mit dem Wachsthum entwickeln sich diese Rippchen sehr rasch und sind an Exemplaren von geringerem Durchmesser, als der des von Verneuil abgebildeten *Gastr. Marianum*, ohne Lupe deutlich zu sehen und herrschen über die Querstreifen vor. Indessen kann man auf gleichgrossen und selbst grösseren Exemplaren von *G. Marianum*, auf welchen die Querstreifen scharf hervortreten, keine Spur der Längsrippchen mit unbewaffnetem Auge bemerken. Ungeachtet dessen sind diese Rippchen, wie schon gesagt wurde, bei *G. Marianum* dennoch vorhanden und bedingen zuweilen die gitterförmige Sculptur, die nur auf ganz grossen Exemplaren beobachtet werden kann, bei welchen aber die Querstreifung viel schärfer ausgeprägt ist. Ausserdem sind aber noch solche Merkmale vorhanden, nach

welchen man, wie mir scheint, die hier in Betracht kommenden beiden Formen selbst nach mehr oder weniger gut erhaltenen Fragmenten ihrer Umgänge unterscheiden könnte. Die Querstreifen bilden auf der Siphonalseite bei *G. Jossae* einen stets nach vorn gerichteten Bogen; bei *G. Marianum* ist der Bogen rückwärts gerichtet. Eine ebensolche Richtung, wie die Querstreifen haben bei *Gon. Jossae* auch die Einschnürungen, welche bei *G. Marianum* auf der Siphonalseite einen schwächeren Sinus bilden als die Querstreifen. Diese Unterschiede allein würden schon vollkommen genügen um die in Rede stehenden beiden Formen, zwar als nahe verwandte, aber selbstständige Arten zu betrachten.

Grünewaldt weist (wie es scheint, auf Grund der der von ihm citirten Autoren gegebenen Abbildungen und Characteristik von *Gon. diadema*) die Uebereinstimmung der Merkmale der letzteren Form im mittleren Wachsthumstadium mit *G. Marianum* nach. Diese Formen sind unzweifelhaft als verschiedene zu betrachten, aber die Erläuterung dieses, die Aufgabe meiner vorliegenden Arbeit nicht direkt berührenden Umstandes, würde schon zu weite Auseinandersetzungen erfordern, da unter der Bezeichnung *G. diadema* sehr verschiedene Formen beschrieben worden sind. Die Ural'sche Form weich ganz bedeutend von der typischen Goldfuss'schen Art ab, welche ebensowenig mit *Gastrioceras Marianum* verwechselt werden kann.

Was aber die Unterschiede von *Gastr. Marianum* und *G. Listeri* anbetrifft, so sind sie von Verneuil nachgewiesen worden und der wesentlichste derselben, in Betreff der bedeutend grösseren Anzahl der Umgänge von *Gastr. Marianum* bei gleichem Durchmesser der Gehäuse, wird von Gurow angeführt. Viele Merkmale, unter anderem auch die verschiedene Richtung der Einschnürungen und Querstreifen, die Details der Sculptur u. s. w. gestatten nicht die angeführten beiden Formen zu vereinigen.

Da auf der Verneuil'schen Originalzeichnung von *Gastr. Marianum* die inneren Umgänge nicht angezeigt sind, so gebe ich in Fig. 2, Taf. IV die Abbildung eines jungen aus der Anfangskammer und 6 Umgängen bestehenden Individuums. In Fig. 2 *c*, Taf. IV ist die Lobenlinie am Anfange des 6. Umganges dargestellt. Beim Vergleich mit der Lobenlinie des grösseren Umganges, die von Verneuil abgebildet ist, bemerkt man, dass die jüngeren Suturen sich, wie zu erwarten war, durch einen niedrigeren Medianhöcker unterscheiden; ausserdem sind die Theile des Siphonallobus noch abgerundet und nicht eckig. Auf der Nabelwand befindet sich ein kleiner Lobus, welcher von Verneuil nicht angegeben ist, da die Lobenlinie von diesem Autor nur bis zum Nabelrande und nicht bis zur Nabelnaht abgebildet ist.

Dimensionen. Zur Ergänzung der wenigen von Verneuil gegebenen Daten werden hier die Dimensionen von mehreren Exemplaren des *G. Marianum* verschiedenen Alters angeführt.

	I.	II.	III.	IV.
Durchmesser	18,2	10	9	8
Höhe des letzten Umganges. . .	7	3	2,6	2,5
Breite des letzten Umganges . .	10	5,5	5,5	4,8

	I.	II.	III.	IV.
Durchmesser des Nabels.	9	5	5	4,5
Höhe des vorletzten Umganges	»	2	2	1,6
Breite d. vorletzten Umganges.	»	4	4	3,3

Vorkommen. So viel mir bekannt ist, sind am Ural sicher bestimmte Exemplare von *G. Marianum* nur im Kohlenkalk an der Schartymka gefunden worden. Prof. Gurow erwähnt das Vorkommen dieser Form im Donetz-Becken und führt einige Unterschiede zwischen der Donetz'schen und Ural'schen Form an[1]).

Gastrioceras Suessi n. sp.

(Taf. III, Fig. 3 *a—g*).

Goniatites Jossae v. A. Verneuil Geol. of Russia II, 371, pl. XXVI, f. 3.
Goniatites Jossae (Vern.) Grünewaldt (p). Mém. Ac. sc. Pétersb. VII Ser., II, № 7, 137.
Goniatites Jossae (Vern.) Eichwald (p). Lethaea I, 1324.
Goniatites Jossae (Vern.) Karpinsky (p). Verh. d. Min. Ges. IX, 290.
Goniatites (*Gastrioceras*) *Jossae* (Vern.) Krotow (p). Artinsk. Et. 196.
Goniatites Jossae (Vern.) Krotow (p). Mém. Com. Géol. VI, 472.

Das discoidale Gehäuse besteht aus halbumfassenden Umgängen von parabolischem oder elliptischem Querschnitt mit fast flachen, schmalen, steil gegen den breiten Umbo abfallenden Nabelwänden. Jeder Umgang umfasst den vorhergehenden ungefähr in der Mitte der Höhe, wobei die Höhe des evoluten Theils des ersteren fast die ganze Höhe des vorhergehenden Umganges erreicht. Auf diese Weise nimmt die Windungshöhe bei einem Umgange ungefähr $1^1/_2$ mal zu. Die Umgänge sind mit Längs- oder Spiralrippchen bedeckt, die bei den älteren Umgängen immer schärfer hervortreten. Während auf den Steinkernen der jüngeren Umgänge diese Rippchen garnicht zu unterscheiden sind, erscheinen sie nicht selten deutlich auf den Steinkernen der Umgänge von grösseren Dimensionen. In der Vertheilung der Rippchen, besonders auf grossen Umgängen bemerkt man zuweilen eine gewisse Unregelmässigkeit; sie erscheinen entweder sehr dicht stehend, und fein oder grob und viel mehr auseinander gerückt. Die ersteren beobachtet man gewöhnlich auf der Siphonalseite (die sogenannten Externstreifen oder Rippchen), die letzteren in der Nähe des Nabels (untere Lateralrippchen); die oberen Lateralrippchen sind zuweilen schwächer ausgeprägt. Ausser den Rippchen erkennt man auf der Schale, die an jungen Exemplaren deutlicher hervortretende Querstreifung; auf sehr jungen Umgängen erscheint sie sogar schärfer als die Längsrippchen. Die Kreuzung der letzteren mit den Streifen bildet die gitterförmige

1) Es wäre sehr wichtig das Donetz'sche Exemplar mit *Gon. inconstans* Phillips (non de Kon.) Figures and description of the paleoz. foss. of Cornwall, Devon and W. Somerset 1841, p. 128, pl. LI, fig. 238 *a, b, c, d, e*, besonders mit *e* zu vergleichen. De Koninck gab auch die angeführte Bezeichnung einer aus dem belgischen Kohlenkalk stammenden Form. (De Kon. Faune du calc. carb. de la Belgique etc. p. 120, pl. XLIII, fig. 4—9).

Sculptur, welche für die Gastrioceraten so gewöhnlich ist. Diese Streifen, welche auf den Schalenseiten einen flachen concaven Bogen bilden, verlaufen auf der Siphonalseite in einem convexen nach vorn gerichteten Bogen. In derselben Weise verlaufen auch die Einschnürungen, welche übrigens auf den Gehäusen der in Rede stehenden Form selten vorkommen.

Lobenlinien. Der Siphonallobus zerfällt durch den Medianhöcker in zwei am Ende zuspitzte Theile. Am oberen Ende des Medianhöckers ist ein Einschnitt, welcher bei der Windungszunahme allmählig flacher wird und zuletzt dem Anscheine nach verschwindet. Auf den abgerundeten Externsattel folgen die am Grunde zugespitzten Lateralloben; die Lateralsättel breiten sich über den Nabelrand aus, unter welchem auf der Nabelwand ein zugespitzter Einschnitt oder Suspensivlobus sich befindet.

Dimensionen. Nach den Fragmenten der Wohnkammer zu urtheilen erreichten einige Exemplare eine bedeutende Grösse, wahrscheinlich bis 130 Mm. im Durchmesser.

	(Taf. II, Fig. 3*e*). I.	(Fig. 3*a*). II.	(Fig. 3*d*). III.	(Fig. 3*f, g*). IV.
Durchmesser	—	47	33	12
Höhe des letzten Umganges	37	17,5	14	5
Breite des letzten Umganges	40	16	13	4,5
Durchmesser des Nabels	—	17	9	3,5

Vergleichung. Viele Gastrioceraten haben im Jugendzustande unter einander sehr ähnliche Gehäuse. Dieser Umstand führte besonders bei einer gewissen Variabilität dieser jungen Formen zur Vereinigung verschiedener Arten unter einer und derselben Bezeichnung, wenn eine derselben nur in verhältnissmässig kleinen Exemplaren gefunden wurde. Ein solcher Fall ist mit der von Verneuil nur als besondere Varietät von *Gon. Jossae* betrachteten in Rede stehenden Form [1]). Die gegenwärtig aus einigen Orten des Urals bekannten grossen Exemplare des *Gastr. Suessi* zeigen einen so abweichenden Habitus von *G. Jossae*, dass ihre Angehörigkeit zu einer besonderen Art unzweifelhaft ist. Diese Art gehört ihren Merkmalen nach zu denjenigen Formen, welche nach der von Hyatt für die Gattung *Paralegoceras* gegebenen Characteristik zur letzteren gebracht werden müssten. *G. Suessi* nähert sich noch mehr den sicilianischen Arten *G. Zitteli* Gemm., *G. Roemeri* Gemm. und *G. sociense* Gemm., als dem *G. Jossae*. Besonders gleicht er dem *G. sosiense*, welcher sich vorzüglich nur durch die Richtung der Querstreifen auszeichnet, die auf der Siphonalseite dieser Form einen nach rückwärts convexen Bogen bilden, während bei *G. Suessi* dieser Bogen convex nach vorwärts gerichtet ist. Andere kleine Unterschiede (z. B. die Windungszunahme, Gestalt der Lobenkörper etc.) könnten bei gewissen vorhandenen Abweichungen in den Merkmalen einzelner Individuen nicht zur Aufstellung der in Rede stehenden Formen als selbstständige

1) Nach der grossen Anzahl von Exemplaren zu urtheilen, die zu meiner Verfügung vorlagen, bin ich fast überzeugt, dass die von Verneuil erwähnten sogenannten Uebergangsformen zwischen den angenommenen Varietäten von ihm namentlich an sehr jungen Individuen beobachtet worden sind.

Arten veranlassen. Auf die Unterschiede des *G. Suessi* von den anderen sicilianischen Arten werde ich mich nicht weiter einlassen, da diese Unterschiede auch in Bezug auf *G. sociense* dieselben sind und von Gemmellaro angeführt werden. Ich erwähne hier nur, dass bei *G. Zitteli* die Querstreifung und die Einschnürungen auf der Siphonalseite einen nach rückwärts (nicht wie bei *G. Suessi* nach vorwärts) convexen Bogen bilden.

Die Unterschiede des *G. Suessi* von dem typischen *G. Jossae* sind so scharf ausgeprägt, dass man sie kaum weiter anzuführen braucht. Unter den mittelgrossen und grossen Exemplaren dieser beiden Arten sind bis jetzt noch nie solche Formen beobachtet worden, welche man als Zwischenformen betrachten könnte. Die Form des Querschnittes, das Auftreten oder Fehlen kurzer Rippen oder Höcker auf dem Nabelrande zeichnen diese Gastrioceraten am meisten unter einander aus. Von den anderen russischen Gastrioceraten führe ich nur eine Vergleichung mit *G. russiense* Zwet. an; diese Vergleichung ist von Frl. Zwetajew damals gemacht worden, als der *G. Suessi* noch sehr wenig bekannt war. Die bei *G. russiense* sehr oft vorhandenen Einschnürungen bilden auf der Siphonalseite einen nach rückwärts convexen Bogen, d. h. in entgegengesetzter Richtung, als bei den höchst seltenen Einschnürungen auf *G. Suessi* der Fall ist. Bei der letzteren Form liegt der kleine Umbonal- oder Suspensivlobus auf der Nabelwand und bei *G. russiense* auf den Seitenflanken der Umgänge in der Nähe des Nabelrandes. Alle bisher gefundenen Exemplare von *G. russiense* erscheinen als Steinkerne, und daher ist die Schalensculptur noch ganz unbekannt.

Vorkommen. Es ist eine sehr gewöhnliche Form, deren Verbreitung aber nach den vorhandenen Angaben der Litteratur schwer genau festzustellen ist, da sie bis jetzt fast von allen Autoren unter dem Namen *Gon. Jossae* angeführt wird. Von den sicher bekannten Fundorten führen wir hier folgende an: Umgegend von Artinsk; Fl. Ssakmara (östl. v. d. Berg Kara-Murun, Sandstein); Fl. Gr. Ik (Berg Chanysch und unweit d. D. Jangibajewa; Fl. Sorwa (Mergel); Fl. Oka (unweit d. D. Ssuchanowa); Fl. Tjulgasch (unweit d. D. Staroduchina); Fl. Ui-Teljak; Tschussowaja (unterhalb d. kl. Wischera), Uswa (zwischen den Felsen Nawisschy Kamen und Maloje Brewno) und Fl. Sypia.

Gastrioceras sp. indet.

(Taf. III, Fig. 2 a, b, c.)

Im Artinskischen Kalkstein beim Dorfe Kundrowka an der Ssakmara ist zusammen mit *Agathiceras uralicum* und anderen Formen das in Fig. 2 *a* abgebildete Muschelfragment gefunden worden. Auf die erhaltenen Umgänge passt fast vollständig die Characteristik der vorhergehenden Art, doch kann ich mich nicht entschliessen dieselbe mit der Ssakmara-Form zu vereinigen. Der wesentlichste Unterschied von *Gastrioceras Suessi* besteht in dem viel langsameren Anwachsen der Umgänge, viel breiterem Nabel bei gleichem Schalendurchmesser, im Auftreten einer Längsfurche auf der schmalen Nabelwand. Eine Abweichung

der Lobenlinie der in Rede stehenden Art besteht darin, dass die Theile, in welche der Siphonallobus zerfällt, fast zweimal schmäler sind als die Externsättel, während bei *G. Suessi* die Breite dieser Theile und der Externsättel fast gleich ist. In Fig. 2 *c* und 3 *c*, Taf. III sind diese relativen Dimensionen nicht ganz genau wiedergegeben; ich habe sie in Fig. 29 corrigirt, wo die Dimensionen in Mm. angeführt sind.

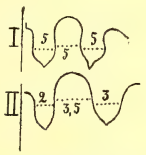


Fig. 29. I.—*Gastr. Suessi.* Nat. Gr. II.—*G. sp. indet.* 2 Mal vergr.

Die Dimensionen des abgebildeten Exemplars sind folgende:

Schalendurchmesser annähernd	53	Mm.
Höhe des letzten Umganges	14	»
Breite » » »	15	»
Nabel annähernd	29	»
Höhe des vorletzten Umganges	9	»
Breite desselben	10	»

Gastrioceras Nikitini n. sp.

(Taf. IV, Fig. 5 a, b, c.)

Das discoidale Gehäuse besteht aus sehr langsam anwachsenden Umgängen, die die vorhergehenden nicht ganz bedecken. Der Querschnitt halb — elliptisch, fast halbrund. Die grösste Breite der Umgänge, welche die Höhe übertrifft, ist am Nabelrande; letzterer eckig abgerundet. Der Nabel breit und tief, treppenförmig. Die Umbilicalseite flachgewölbt. Einschnürungen fehlen. Die Oberfläche der Schale mit Querstreifen bedeckt, welche am Nabelrande am deutlichsten zu sehen sind, und von hier eine etwas nach hinten geneigte Richtung annehmen, indem sie scheinbar geradlinig zur Siphonalseite verlaufen. Diese Streifen bemerkt man auch auf der Nabelwand, schwächer an der Naht, gegen welche sie sich anfangs senkrecht richten und dann sich etwas nach rückwärts biegen, wobei sie in der Weise, wie schon erwähnt wurde, über den Nabelrand fortsetzen. Auf der Umbilicalseite dieses Randes befinden sich mehrere, in ungleicher Entfernung von einander abstehende Streifen oder richtiger Rippchen von demselben Typus, wie bei den spiralgestreiften Gastrioceraten. Auf dem Exemplar Fig. 5 *b* erscheinen 6 solcher Rippchen (Fig. 5 *c* vergr.). Die dem Nabelrande zunächst liegenden sind einander sehr genähert, während die übrigen gegen die Naht mehr auseinander rücken. Das letzte (6-te) Rippchen tritt nur auf dem vorderen Theile des Umganges auf. Daher meine ich, dass die Anzahl der Rippchen mit der Windungszunahme auch zunimmt. Die Kreuzung der Querstreifen mit den Rippchen bildet auf den letzteren eine Zähnelung oder Tuberculirung, wie das überhaupt häufig bei den Gastrioceraten und auch bei den Formen anderer Gattungen bei gleichzeitig vorhandener Quer- und Längsstreifung zu beobachten ist. Die Lobenlinien sind nicht bekannt. Bei sorg-

fältiger Präparirung ist nur ein Externsattel aufgedeckt worden, nach welchem anzunehmen ist, dass diese Linien denen von anderen Gastrioceraten gleichen.

Dimensionen. Die untersuchten Exemplare sind stark beschädigt. Die rechte Seite des in Fig. 5 *a* abgebildeten Exemplars ist garnicht erhalten; über den Erhaltungszustand des anderen Exemplars kann man nach der Fig. 5 *b* urtheilen. Ungeachtet dessen sind meiner Ansicht nach die oben angeführten allgemeinen Unterscheidungsmerkmale ziemlich genau festgestellt. Was aber die unten angeführten Dimensionen anbetrifft, so haben sie nur eine relative Bedeutung und erfordern späterhin noch einige aber wahrscheinlich unbedeutende Ergänzungen.

	(Fig. 5 *a*).	(Fig. 5 *b*).
Durchmesser	58—60? Mm.	
Höhe des letzten Umganges		25 Mm.
Breite		ungef. 40 »
Breite der Umbilicalseite (Nabelwand)	5,5 »	9 »
Durchmesser des Nabels	32 »	37 »
Höhe des vorletzten Umganges	14 »	13 »
Breite	25 »	24 »

Vergleichung. Der Querschnitt zusammen mit der Sculptur unscheiden die obenbeschriebene Form von allen anderen Arten dieser Gattung. Die grösste Aehnlichkeit mit dieselben hat *Gastr. Kingi* Hall-Wh. (Expl. 40th par. V, 279, VI, f. 9—14).

Gastrioceras Fedorowi n. sp.

(Taf. IV, Fig. 1 a—p.)

Goniatites (*Glyphioceras*) *diadema* (Gldf.) Krotow (*p*) Artinsk. Et. 199.
Goniatites diadema (Gldf.) Krotow (p.) Mém. Com. Géol. VI, 473.

Das Gehäuse besteht aus ziemlich rasch anwachsenden Umgängen, deren Höhe mit jedem Umgange ungefähr 2 mal grösser wird. In ausgewachsenen Exemplaren sind bis 9 Umgänge vorhanden. Die sehr jungen Umgänge umfassen die vorhergehenden bis zur Mitte ihrer Höhe; mit dem Alter nimmt ihre Involubilität etwas mehr zu und sie werden $^3/_4$ involut. Der Querschnitt bei sehr jungen Windungen ist fast halbrund, bei älteren hemielliptisch oder parabolisch. Die Nabelwand, welche sich mit den Seitenflanken durch eine gerundete Kante verbindet, ist steil abfallend; der Nabel tief, abgerundet treppenförmig. Die Breite des Nabels, in welchem alle vorhergehenden Umgänge zu sehen sind, nimmt im Vergleich zum Schalendurchmesser mit dem Alter ab.

Die Wohnkammer nimmt fast den ganzen letzten Umgang ein, d. h. erreicht wie das

z. B. in Fig. 1 *e* zu sehen ist etwas weniger, als 0,9 dieses Umganges. Das Gehäuse zeigt zuweilen ein nicht ganz regelmässiges Wachsthum, welches eine schwache Querfaltung oder breit abgerundete Berippung, als auch Furchung bedingt, was auf den Steinkernen zu erkennen ist. Ausserdem beobachtet man auf der Schale und namentlich auf den Steinkernen Einschnürungen. Bei einigen Individuen und bei einigen Umgängen eines und desselben Individums fehlen derartige Einschnürungen, bei anderen erscheint auf jedem Umgange nur eine Einschnürung und schliesslich erscheinen die Einschnürungen sehr einander genähert. Dieselben sind auf der Nabelwand etwas nach vorn gerichtet und bilden auf dem Nabelrande einen vorspringenden Bogen, welcher auf den Seitenflanken flach bogig verläuft und auf der Siphonalseite flach convex nach vorwärts gerichtet ist. Denselben Umriss besitzt auch die Mundöffnung (Fig. 1 *a*, *b*) und die obenerwähnte zuweilen beobachtete Schalenfaltung. Die Schalensculptur besteht aus Querstreifen und Längs- oder Spiralrippchen (die gewöhnlich als Streifen bezeichnet werden). Auf jungen und mittelgrossen Exemplaren sind die Längsrippchen nur wenig oder oft garnicht zu bemerken. Die Querstreifen haben mit den Einschnürungen eine und dieselbe Richtung; zuweilen sind Spuren von einigen derselben auch auf den Steinkernen zu sehen. Nicht selten erscheinen sie sehr unregelmässig und die schärferen und feineren Streifen wechseln mit einander ab.

Die Längsrippchen sind sehr fein und dicht, indem sie eine viel zartere Sculptur bilden, als bei *G. Jossae*. Sie erscheinen ganz deutlich und vorherrschend nur auf den grossen Umgängen, wo sie mit unbewaffnetem Auge als feine Längsstriche zu erkennen sind (Fig. 1 *k*, $1^1/_2$ mal vergr.; Fig. 1 *j* stark vergr.). Wie bei vielen längsgestreiften Ammoneen (*Cladiscites*, *Sturia* etc.) unterscheiden sich die Spiralrippchen durch den verschiedenen Grad der Ausbildung auf verschiedenen Regionen des Gehäuses[1]).

Bei *Gast. Fedorowi* erscheinen die Externstreifen (Rippchen) viel deutlicher als die Lateralstreifen, und, so weit man es nach den untersuchten Exemplaren beobachten konnte, herrscht zuweilen auf einem und demselben Umgange auf den Seitenflanken des Gehäuses die Querstreifung, auf der Siphonalseite dagegen die Längsstreifung vor.

Durch die Kreuzung der Streifen und Rippen entsteht eine netzförmige Zeichnung von demselben Typus, wie bei *G. Jossae*, aber nur viel feiner (Fig. 1 *m*, 2 mal vergr.). Die Streifen bilden dabei nach rückwärts ausgebogene Festons (Fig. 1 *j*, *l*). Bei sehr jungen Exemplaren von ungefähr 4 Mm. im Durchmesser treten auf dem Nabelrande sehr kurze Rippen oder Höcker auf, welche mit der Querstreifung in Verbindung stehen, wodurch das Gehäuse von dem des *G. Jossae* fast garnicht zu unterscheiden ist (bei dem letzteren sind bei solchen Dimensionen die Längsrippchen oft gar nicht zu bemerken).

Die Lobenlinien sind denen von *G. Jossae* und *Glyph. diadema* ähnlich. Der Siphonallobus zerfällt durch den Medianhöcker in zwei Theile, welche an jungen Umgängen (Fig. 1 *n*) am Grunde abgerundet, bei älteren — eckig erscheinen. Die Höhe des Medianhöckers nimmt

1) Siehe z. B. Mojsisovics. Cephal. Mediterr. Triasprov., 240.

mit dem Alter (Fig. 1 *n*—*p*) zu, während der Einschnitt an seinem Ende kleiner wird und verschwindet. Der Laterallobus, welcher schon bei jungen Umgängen am Grunde eckig gerundet ist, spitzt sich bei weiterem Wachsthum zu. Die Basis dieses Lobus liegt bei jungen Umgängen höher, als die des Siphonallobus; bei grossen Umgängen aber fast in einem und demselben Niveau. Das obere Ende des Lateralsattels befindet sich bei jungen Umgängen fast in demselben Niveau mit der Spitze des Externsattels oder sogar etwas höher; bei den äusseren Umgängen ist der Lateralsattel niedriger. Der kleine eckige Suspensivlobus liegt auf der Nabelwand. Von den drei schmalen zugespitzten Loben, welche auf der inneren Seite des Umganges liegen, ist der antisiphonale länger als die inneren Lateralloben.

Die Abbildung Fig. 1 *n* zeigt, dass die bei jungen Umgängen verhältnissmässig seteneren Scheidewände mit dem Wachsthum sich einander nähern und an den in der Fig. 1 *p* angegebenen Stellen sich berühren.

Dimensionen.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX.
Durchmesser.	39	35	31	31	28	24	17	7,5	4
Höhe des letzten Umganges .	16	16	14	14	13	11	7,5	3	1,5
Breite des letzten Umganges.	16	15	13	14	—	12(?)	9	4	2,5
Durchmesser des Nabels . . .	12	10	7	9	7	7	4	2,5	1,5

Vergleichung. Ich halte es für überflüssig *G. Fedorowi* mit anderen bekannten Gastrioceraten genauer zu vergleichen, da nach dem Querschnitt der Umgänge oder der Windungszunahme und Involubilität und ähnlichen in's Auge springenden Merkmalen, welche den verschiedenen Habitus des Gehäuses bedingen, diese Arten nicht verwechselt werden können. Aber nach der äusseren Gestalt des Gehäuses erinnert *G. Fedorowi* sehr an die Schartym'sche Form, welche von Verneuil unter der Bezeichnung *Gon. diadema* beschrieben worden ist. Die Längsstreifung (Rippchen), nach welcher beim Vergleich grosser Exemplare die in Rede stehende Art von *G. diadema* Vern. (n. Gldf.) leicht zu unterscheiden ist, kann gewöhnlich nicht beobachtet werden, weil die dünne Schale von *G. Fedorowi* selten erhalten ist. Beim Herausschlagen sehr guter Exemplare aus dem Gestein, die mir vorlagen, löst sich gewöhnlich nur der Steinkern ab; die Schale aber bleibt im Gestein zurück. Schliesslich sind an jungen Exemplaren die Längsrippchen garnicht zu bemerken. Obgleich bei der Messung einer sehr grossen Anzahl von Exemplaren unserer Form und des Schartymskischen *G. cf. diadema* wohl bemerkt wird, dass die ausgewachsenen Exemplare der ersteren einen breiteren Nabel besitzen, so sind doch die Dimensionen des letzteren, wie bei dieser Form, so auch bei der Schartym'schen nicht constant und bei verhältnissmässig jungen Exemplaren erscheint der Nabel von gleicher Grösse. Doch können nach den unten folgenden Merkmalen selbst Fragmente der Umgänge von *G. Fedorowi* unterschieden werden. Die Querstreifung und Faltung, deren Spuren fast immer auf den Steinkernen zu beobachten sind, zeigen auf der Siphonalseite einen nach vorn gerichteten Bogen. Bei *G. diadema* Vern. (non

Goldf.) bilden die Querstreifen daselbst einen Sinus. Dieselbe Richtung wie die Streifen haben bei beiden Arten auch die Einschnürungen.

Prof. Krotow war so gütig mir die Ammoneen-Exemplare zukommen zu lassen, welche Iwanow an der Jazwa (1 Exempl.) und Koswa (2 Exempl.) gefunden hatte, und die als *Gon. diadema* Gldf. (Artinsk. Et. S. 119) betrachtet wurden. Das erstere Exemplar mit einem Durchmesser von ungefähr 11 Mm. ist nach der allgemeinen Form des Gehäuses, quergestreifter Sculptur, Richtung der Streifen und Einschnürungen, wie auch noch den Lobenlinien von der Grösse nach entsprechenden Exemplaren des *Gastr. Fedorowi* nicht zu unterscheiden. Seinem äusseren Ansehen nach erinnert es an die Schartym'sche Form — *Glyphioceras cf. diadema*, wenn das Gehäuse derselben grössere Dimensionen erreicht. Von dieser Form unterscheidet sich das Jazwa-Exemplar am leichtesten durch die Richtung der Streifen und Einschnürungen, welche auf der Siphonalseite einen nach vorwärts gerichteten Bogen bilden und nicht einen Sinus, wie bei der Schartym'schen Art [1]).

Fundort. Zahlreiche und ausgezeichnet erhaltene, obgleich zuweilen verdrückte Exemplare der beschriebenen Art hat der Bergingenieur Fedorow von der Petschora (unterhalb der Mündung der Unja) mitgebracht, wo sie zusammen mit *Medlicottia Orbignyana*, *Pronorites praepermicus* u. a. in einem kieseligthonigem Kalksteine eingeschlossen sind. Unter den vom Bergingenieur Krasnopolsky an der Tschussowaja gesammelten Exemplaren befinden sich auch zwei Exemplare von *G. Fedorowi*. Ueber das Exemplar von der Jazwa ist schon oben erwähnt worden.

Glyphioceras Hyatt.

Nautilites (p.) Martin. Petrificata derbiensia, 1809, pl. 7, fig. 3—5.
Ellipsolites (p.) Sowerby. Min. Conch. 1813, I, p. 83, pl. 37.
Ammonites (p.) Sowerby. Min. Conch. 1814, I, p. 115—116, pl. 53, f. 1, 2.
Ammonites (p.) v. Buch, Buckland, de Koninck, Giebel etc.
Goniatites de Haan (p.) Monographiae Ammoniteorum et Goniatiteorum. 1825, 129.
Goniatites (de Haan) (p.) Phillips, Sowerby, M'Coy, Brown, Roemer, Verneuil, de Konink, Meek etc. etc.
Globites de Haan (p.) Monogr. Ammon. et Goniat. 143, 148.
Orbulita Flemming Hist. of Brit. anim. 1828, 248.
Aganides (p.) d'Orbigny. Prodr. I, 115.
Münsteroceras Hyatt (p.) Genera of foss. Cephal. p. 326 (exl. *Gon. complanatus* de Kon., *G. inconstans* de Kon. [n. Phill.] etc.).

1) Die zwei kleinen Exemplare von der Koswa gehören weder zu *Gl. diadema*, noch zu *Gastr. Fedorowi*. Indem sie im Durchmesser nur 5,5 Mm. und 4,5 Mm. erreichen, besitzen sie einen sehr kleinen Nabel und einen parabolischen Querschnitt der Umgänge mit verhältnissmässig schmaler Siphonalseite. Die Lobenlinien sind nicht zu sehen, Einschnürungen fehlen. Nach dem äusseren Ansehen haben die Gehäuse der in Rede stehenden Exemplare unter den Artinsk-Ammoneen die grösste Aehnlichkeit mit der unten beschriebenen Form *Thalassoceras Gemmellaroi*, aber es ist auch möglich, dass sie zu Belerophontiden gehören.

Glyphioceras Hyatt. Gen. foss. Ceph. 328.
Glyphioceras (Hyatt) Zittel, Krotow etc.
Homoceras Hyatt Gen. foss. Ceph. 330.
Nomismoceras Hyatt (p.) Gen. foss. Ceph. 330 (exl. *G. rotiformis* Phill.).

Glyphioceras Inostranzewi n. sp.

Taf. IV, Fig. 6 *a—f*.

Das Gehäuse discoidal mit stark umfassenden Umgängen und kleinem Nabel, welcher mit dem Wachsthum nur sehr wenig zunimmt. Bei den kleinen und mittelgrossen Individuen ist der Querschnitt parabolisch und in der Nähe des Nabels am breitesten. Einen solchen Umriss hat auch der Ausschnitt von dem vorhergehenden Umgange. Später verschmälert sich die Siphonalseite und nimmt eine eckig abgerundete Form an. Die Schalenoberfläche ist mit radialen Querstreifen bedeckt, welche auf den Seitenflanken einen schwachen, kaum angedeuteten nach vorn convexen Bogen bilden und durch einen ebenso flachen concaven Bogen verbunden sind. Auf der Siphonalseite bilden die Streifen einen nach rückwärts gerichteten Bogen. Mit dem Schalenwachsthum wird dieser Bogen tiefer. Die Anzahl der Streifen erscheint auf der Siphonalseite grösser, als am Nabel; sie vergrössert sich auf den Seitenflanken durch das Auftreten neuer Streifen zwischen den vorhandenen.

Einschnürungen fehlen, wie es scheint, vollständig. Die Scheidewände stehen sehr dicht, bei grossen Exemplaren erscheinen bis 30, bei kleineren 25 in jedem Umgange.

Die Lobenlinien bestehen: 1) aus dem Siphonallobus, dessen Breite die Höhe übertrifft und der durch einen dreieckigen Medianhöcker mit einem kleinen Einschnitt am Ende in zwei eckige Theile zerfällt, deren Enden besonders bei grossen Exemplaren schon auf die Seitenflanken übergehen; 2) Lateralloben, je zu einem von jeder Seite mit eckigem oder zugespitztem Ende; 3) gerundeten Externsätteln, deren Höhe grösser als die Breite ist und die vollständig auf den Seitenflanken liegen; 4) breiten Lateralsätteln, welche von den Lateralloben bis zum Nabel reichen. Die Basis des Laterallobus befindet sich mehr als auf der Hälfte der Höhe des Umganges, d. h. die Entfernung zwischen der Basis und dem Nabel ist grösser als die zwischen der ersteren und der Siphonalseite. Die Projectionslinie des vorhergehenden Umganges befindet sich unter der Basis des Laterallobus.

Dimensionen.

	(Fig. 6 *a*, *b*). I	(Fig. 6 *e*). II	(Fig. 6 *c*, *d*). III
Durchmesser	59	37	32 Mm.
Höhe des letzten Umganges	31,5	20	18,5
Breite	18,5	15	13
Durchmesser des Nabels	6	5	4
Höhe des evol. Theils des letzten Umganges	16	»	12

Vergleichung. Die jungen und mittelgrossen Exemplare gleichen sehr der unter der Bezeichnung *G. diadema* Vern. (non Goldf.) bekannten Form, von welcher sie sich durch folgende Merkmale unterscheiden: 1) Fehlen von Einschnürungen, die bei *G. diadema* gewöhnlich beobachtet werden; 2) kleineren Nabel und grössere Dicke der Umgänge bei gleichem Schalendurchmesser; 3) Durchschnitt der Windungen deren Siphonalseite bei *G. Inostranzewi* viel schmäler ist als bei *G. diadema*; 4) flacheren Bogen der Streifen auf der Siphonalseite bei gleicher Höhe der Umgänge; 5) etwas abweichende Gestalt der Lobenlinien: verhältnissmässig breiten Siphonallobus und Lateralloben, die auf der äusseren Hälfte der Umgänge liegende Basis des Lateralloben und nicht in der Mitte der Höhe der Umgänge, wie solches bei *G. diadema* Vern. zu beobachten ist.

Die grossen Exemplare unterscheiden sich sehr scharf durch die abgerundet eckige Siphonalseite. Die jungen und mittelgrossen Exemplare gleichen noch mehr dem *Gon. complicatus* de Kon., zeichnen sich jedoch durch die rascher anwachsenden Umgänge, grösseren Nabel und etwas abweichende Gestalt der Lobenlinien aus; bei *G. complicatus* ist der Siphonallobus verhältnissmässig breiter, und nicht so tief, wie die Lateralloben, während bei *Glyph. Inostranzewi* der Siphonallobus den Lateralloben fast gleich oder etwas tiefer ist; die Externsättel haben bei *G. complicatus* ein schmäleres Ende. Beide in Rede stehenden Arten unterscheiden sich, wie es scheint, in ihrer gestreiften Schalensculptur; die Streifen der de Koninck'schen Form sind sehr fein und auf den besterhaltenen Exemplaren kaum bemerkbar.

Eine äussere Aehnlichkeit hat *Gl. Inostranzewi* mit *Gl. goniolobum* Meek (Expl. 40 parall. 1877, IV, 98, t. IX, f. 5), welcher sich leicht durch die zugespitzten Enden der Externsättel unterscheidet.

Die untersuchten Exemplare stammen aus der Eichwald'schen Sammlung, welche im Geologischen Cabinet der St. Petersburger Universität aufbewahrt wird, und sind mir von Prof. Inostranzew zur Untersuchung übergeben worden. Sie sind ohne Zweifel, wie auf der Etiquette verzeichnet ist, im Kohlenkalk an der Schartymka auf dem Ostabhange des Urals gefunden worden, und wurden zusammen mit *Gon. diadema* Vern. (n. Gldf.) aufbewahrt, wobei ein Exemplar derselben noch in Begleitung einer anderen Schartymka-Versteinerung (*Productus semireticulatus*) sich vorfindet.

Paralegoceras Hyatt.

Goniatites (de Haan) Meek and Worthen (p.) Geol. Surwey of Illinois, II, 392, XXX, fig. 3.
Paralegoceras Hyatt. Gen. of foss. Ceph., 327.
Gastrioceras (Hyatt.) Zittel (p.) Palaentologie, II. 420. Zwetaew. Mém. Com. Geol., 1888, V, № 3, p. 1, 37, 44.

Zur Characteristik dieser Gattung (oder Untergattung von *Gastrioceras*) kann man hinzufügen, dass ihre Lobenlinie jederseits des Umganges zwei Lateralloben einschliesst

und der dritte (Suspensiv-) Lobus auf der Nabelwand liegt. (Vergl. Taf. III, Fig. 1 *c* und Fig. 28, S. 47).

Einschnürungen auf den Umgängen sind bis jetzt nicht beobachtet worden und fehlen wahrscheinlich vollständig.

Paralegoceras Tschernyschewi n. sp.

(Taf. III, Fig. 1 *a*, *b*, *c*).

Das discoidale Gehäuse besteht aus halbelliptischen Umgängen, die die grösste Breite am Nabel erreichen. Die Höhe der Umgänge ist etwas grösser als deren Breite. Der Nabel ist breit und tief mit steil abfallenden Wänden, welche mit den Lateralseiten durch abgerundete Kanten verbunden sind. Der innere Ausschnitt vom vorhergehenden Umgange erreicht ungefähr $^1/_3$ ihrer Höhe. Uebrigens scheint die Involubilität der Umgänge mit dem Alter etwas zuzunehmen.

Die Oberfläche des beschriebenen Steinkernes ist ganz glatt. Einschnürungen fehlen. Sculptur unbekannt. In den Lobenlinien zerfällt der tiefe Siphonallobus durch einen hohen Medianhöcker mit einem Einschnitt am Ende in zwei schmale, verlängerte lanzettförmige zugespitzte Theile. Die Höhe des Siphonallobus ist grösser als dessen Breite. Dieser Lobus steht durch einen hohen zungenförmigen Externsattel mit dem etwas weniger tiefen ersten Laterallobus in Verbindung, welcher in eine lange Spitze ausläuft. Zwischen diesem Lobus und dem zweiten Laterallobus befindet sich ein dem Externsattel ähnlicher Lateralsattel, welcher sich aber durch geringere Grösse auszeichnet. Der zweite Laterallobus ist ebenfalls kleiner als der erste und verbindet sich vermittelst eines breiten stumpf abgerundeten Sattels, welcher den Nabelrand durchschneidet, mit einem schmalen auf der Nabelwand liegenden und in eine abgerundete Spitze auslaufenden Lobus. Eine derartige Gestalt zeigen die Lobenlinien bei 50—60 Mm., in ähnlicher Form erscheinen sie auch bei einer Höhe der Umgänge von 10 Mm.

Dimensionen. Das Gehäuse, besonders die eine Hälfte desselben ist verunstaltet; daher müssen die untenangeführten Dimensionen nur als annähernde betrachtet werden, obgleich sie sich höchst wahrscheinlich den thatsächlichen sehr nähern. Die Dicke der Umgänge ist durch die zweifache Dicke der wohlerhaltenen Hälfte angegeben worden.

Durchmesser	ungef. 137 Mm.
Höhe des letzten Umganges . .	60 »
Breite des letzten Umganges. .	50 »
Durchmesser des Nabels	40 »
Breite der Nabelwand	12 »
Höhe des vorletzten Umganges	28 »
Durchmesser des Nabels	21 »

Vergleichung. Die einzige Form, mit welcher man *P. Tschernyschewi* vergleichen könnte, wäre *P. iowense* M. W. aus den productiven Carbonablagerungen des Staates Jowa. Nach der Abbildung dieser Form, welche in Meek und Worthen's Werk (Geol. Surv. of Illinois, II, Pal. p. 392, pl. 30, fig. 3) gegeben ist, unterliegt es fast keinem Zweifel, dass auf der Nabelwand seines Gehäuses ein Lobus vorhanden ist. Fehlt dieser Lobus, so müsste *Gon. iowensis* zu der Formen-Gruppe der *Gastrioceras*-Gattung gerechnet werden, bei welcher der Suspensivlobus nicht auf der Nabelwand, sondern auf den Seitenflanken liegt (wie bei *G. russiense*). Im ersteren, weit eher anzunehmenden Falle würde *P. Tschernyschewi* von *P. iowense* sich durch dickere Umgänge, breiteren und tieferen Nabel, Gestalt des Siphonallobus, der tiefer als breit ist (und nicht umgekehrt, wie bei *P. iowense*) und durch das Vorhandensein des Einschnittes am Ende des Medianhöckers unterscheiden; bei der amerikanischen Form fehlt dieser Einschnitt.

Vorkommen. Das einzige sicher bestimmbare Exemplar von *Paral. Tschernyschewi* hat Tschernyschew in den Artinsk-Schichten an dem Fl. Ui-Telak 10 Kilom. oberhalb der Mündung gefunden. Zusammen mit demselben ist noch ein anderes stark verdrücktes *Paralegoceras*-Exemplar gefunden worden, welches vielleicht ungeachtet seines Habitus auch zu der obenbeschriebenen Art gehört.

ARCESTIDAE v. Mojsisovics.

Agathiceras Gemmellaro.

Goniatites (de Haan) Karpinsky, (p.) 1874, Verhandl. d. Miner. Ges. St. Petersb. IX, 288.
Goniatites (*Glyphioceras*?) Krotow, Artinsk. Et., 1885, 198.
Adrianites Gemmellaro (p.), La Fauna dei calcari con Fusulina della valle d. f. Sosio, 1887, 41.
Agathiceras Gemmellaro, Fauna etc., p. 77.

Die Formen dieser Gattung sind zuerst in den Artinsk'schen Ablagerungen am Ural, später in Sicilien (Mojsisovics) und in Darwas (Buchara) aufgefunden worden. In letzter Zeit wurden viele Arten dieser Gattung von Prof. Gemmellaro aus anstehenden Schichten in Sicilien beschrieben. Nach der vom genannten Forscher für die Gattungen *Agathiceras* und *Adrianites* aufgestellten Characteristik und abgebildeten Arten zu urtheilen, ist keine besondere Veranlassung vorhanden die hierher gehörigen Formen in zwei Gattungen zu trennen. Einige Adrianiten nähern sich dem Anscheine noch mehr den Agathiceraten (z. B. *Adr. insignis* Gemm; *Adr. ensifer* Gemm), als einigen anderen Adrianiten, z. B. *Adr. Distifanoi* Gemm. oder noch mehr *Adr.* (*Hoffmannia*) *Hoffmanni* Gemm.

Soviel man aus der Beschreibung ersehen kann sind die wesentlichsten Unterschiede der beiden von Gemmellaro aufgestellten Gattungen folgende: 1) Die Länge der Wohnkammer erreicht bei *Adrianites* $1^1/_3$—$1^1/_2$ des vorletzten Umganges, und bei *Agathiceras* erstreckt sie sich nur auf den letzten Umgang; 2) die Form des Medianhöckers, welcher

bei *Adrianites* am Ende mit einem Ausschnitt versehen ist und bei *Agathiceras* eine flaschenförmige Gestalt (*a forma di botigglia e inciso sull apice*) besitzt.

Das letzte Merkmal ist nicht von Bedeutung, was bereits oben in der Beschreibung der Gattung *Gastrioceras* erwähnt wurde. Es steht, wie gesagt, in Verbindung mit der Veränderung der Lage der Siphonaldüten. Späterhin werden höchst wahrscheinlich auch solche Adrianiten gefunden werden, auf deren ausgewachsenen Umgängen der Medianhöcker die bei den Agathiceraten beobachtete Form besitzen würde; andererseits hat der typische Vertreter der letzteren, *Agathiceras uralicum*, einen am Ende ausgeschnittenen Medianhöcker, was meiner Ansicht nach auch auf jungen Umgängen des *Ag. Suessi* beobachtet werden könnte.

Eine grössere Bedeutung hätte die Länge der Wohnkammer, aber bei den Agathiceraten und einigen Adrianiten ist sie nur um ein Weniges verschieden; ausserdem erscheint ihre Grösse bei den typischen *Adrianites*-Arten, wie schon oben erwähnt worden ist, nicht ganz gleich.

Agathiceras uralicum Karp.

(Taf. IV. Fig. 4 *a, e.*)

Goniatites uralicus Karpinsky, Verh. d. Min. Ges. St. Petersb., 1874, IX, 288, Taf. XII, Fig. 1—5.
Goniatites uralicus (Karp.) Abich. Geol. Forsch. in d. Kaukas. Länd., I, 119.
Goniatites uralicus Karpinsky, Permo-carb. Sch. in Darwas. Verh. d. Min. G. XVIII, 216.
Goniatites (*Glyphioceras*) *uralicus* (Karp.) Krotow, Artinsk. Et., 198.

Zur Ergänzung der von mir gegebenen Beschreibung und Abbildungen füge ich hinzu, dass die sogenannten Spiralstreifen auch bei dieser Form eigentlich Rippchen bilden, und die fast vollständig erhaltene Wohnkammer des abgebildeten allergrössten Exemplars unter den im Artinsk'schen Kalkstein bei Kundrowka an der Ssakmara gesammelten Stücken ungefähr 0,9 des letzten Umganges einnimmt. Nach den Stücken dieser Form von der Ssimsk-Hütte zu schliessen, werden die Loben auf verhältnissmässig grossen Umgängen an ihrer Basis eckig abgerundet.

Die mir vorliegenden Exemplare des *Ag. uralicum* stammen von der Ssakmara, Kl. Ssurjan, Simsk-Hütte und Darwas in Mittelasien.

Krotow führt den *Gon. uralicus* aus dem oberen Kohlenkalk am oberen Laufe der Kolwa an. Tschernyschew theilte mir auch ein Exemplar aus dem oberen Kohlenkalk des Felsens Kasarmennyj Kamen (an der Ssim) mit, wo es mit *Fusulina Verneuili* Moell., *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. longispinus* u. a. zusammen auftritt. Dieses Exemplar ist in Fig. 4 b, c, d, Taf. IV abgebildet. Etwas deformirt, aber dem *Ag. uralicum* sehr ähnlich, könnte selbiges mit Sicherheit zu dieser Form gebracht werden, wenn irgend welche Spuren der Sculptur vorhanden wären. Bei *Ag. uralicum* erkennt man die Längsrippchen auch auf einem gleichgrossen Steinkernexemplare. Ausserdem erscheinen bei der Artinsk'schen Form auf dem keine Wohnkammer darstellenden Umgange mehrere Einschnürungen

welche bei dem abgebildeten Exemplare vollständig fehlen. In Betracht des Angeführten ist es schwer zu entscheiden, ob das in Rede stehende Exemplar zu *Ag. uralicum* gehört oder eine andere demselben nahe stehende Form darstellt.

Agathiceras Stuckenbergi n. sp.

(Taf. V, Fig. 4 *a—e*).

Ein kleines und nicht vollständig erhaltenes Exemplar, welches aber doch die Möglichkeit bietet eine ziemlich genaue Vorstellung von der in Rede stehenden Art zu erhalten.

Die Schale spindelförmig, aus niedrigen Umgängen bestehend, die einen trapezoidalen Querschnitt zeigen, der Nabel schmal und tief. Der Durchmesser der Schale geringer als deren Breite, die am Nabel am grössten ist. Die Oberfläche mit äusserst feinen mit unbewaffnetem Auge kaum zu unterscheidenden Längsrippchen und dieselben durchkreuzenden Querstreifen bedeckt, welche durch die Kreuzung mit den ersteren festonartig nach hinten ausgebogen sind. In der Fig. 4 *c* ist diese Sculptur stark vergrössert dargestellt. Bei dem Uebergange dieser Streifen auf den schmalen abgerundet eckigen Nabelrand bilden sich zuweilen sehr kleine Höcker.

Lobenlinien. Der Siphonalsattel zerfällt durch den am Ende mit einem Ausschnitt versehenen Medianhöcker in zwei am Grunde abgerundet eckige Theile. Eine ähnliche Gestalt besitzen auch die Lateralloben, welche je vier zwischen dem Siphonallobus und dem Nabelrande auftreten und zum letzteren allmählig kleiner werden. Die Sättel abgerundet, gleichfalls in abnehmender Grösse zum Nabelrande auftretend und ungefähr zweimal breiter als die angrenzenden Lateralloben. Auf dem erhaltenen Steinkerne des Nabels von einem dem in Fig. 4 *a*, *b* abgebildeten Umgange vorangehenden sind die Lobenlinien angedeutet, die auf der Nabelwand noch zwei Loben erkennen lassen, welche durch einen denselben gleichbreiten Sattel verbunden sind (Fig. 4 *e*).

Die Lobenlinien haben am Anfange und Ende des abgebildeten Umganges eine gleiche Gestalt, welche nicht im Geringsten complicirter wird.

Der erwähnte fast cylindrische Steinkern des Nabels gestattet noch einen Umgang zu restauriren, wie das in Fig. 4 *d* angegeben ist.

Dimensionen.

Durchmesser	9	Mm.
Höhe des letzten Umganges	1,9	»
Breite » » »	12	»
Breite des vorletzten Umganges	9,5	»
Durchmesser des Nabels	2	»

Vergleichung. Nach dem spindelförmigen Habitus ist die in Rede stehende Form von allen anderen Agathiceraten leicht zu unterscheiden. Selbige nähert sich am meisten den-

jenigen Formen, für die Gemmellaro die Gattung *Adrianites* aufgestellt hat. Theils nach der Sculptur, theils nach dem Habitus und vielleicht auch nach der Gestalt der Lobenlinien zeigt unsere Form einige Aehnlichkeit mit einem jungen Exemplar der *Waagenina* (*Popanoceras*) *Koswae* Krotow. Aber selbst bei einem flüchtigen Vergleich mit den von Krotow abgebildeten Ammoneen zeigen sich wesentliche Unterschiede, die mit dem Schalenwachsthum noch grösser werden. Es ist zu bemerken, dass bei einem Schalendurchmesser von ungefähr 9 Mm. die Lobenlinien bei *Popanoceras Koswae* noch, wie es scheint, einfache Loben darstellen, aber die letzteren erscheinen bei dieser Art von jeder Seite ausser dem Siphonallobus zu fünf; sie sind am Grunde abgerundet und durch Sättel verbunden, die fast ebenso breit sind, wie die Loben.

Vorkommen. Sandstein der Artinsk-Stufe an der Koswa unterhalb der Mündung der Chaldina.

Agathiceras Krotowi n. sp.

(Taf. V, Fig. 7 *a—c*).

Gehäuse ellipsoidal mit stark umfassenden Umgängen von halbmondförmigem Querschnitt, der Nabel eng. Die Lobenlinien bestehen aus dem Siphonallobus, drei Lateralloben und den dieselben verbindenden Sätteln. Der Siphonallobus zerfällt durch den am Ende ausgeschnittenen Medianhöcker in zwei am Grunde schief abgerundete Theile; die Lateralloben werden gegen den Nabel immer kleiner; der erste unter denselben nähert sich der lanzettförmigen Gestalt mit einem eckig abgerundeten Ende. Die Schalensculptur unbekannt.

Dimensionen.

	(Fig. 7). I.	II.	III.
Durchmesser	6	8	11 ?
Höhe des letzten Umganges	3	3,7	5 ?
Breite » » »	5	7,5	9 ?
Durchmesser des Nabels	1,3	2	2,5?

Vergleichung. Von *Agathiceras uralicum* unterscheidet sich die in Rede stehende Form durch grössere Schalenbreite bei gleichem Durchmesser, breiteren Nabel, Querschnitt der Umgänge und zugespitzte Basis der Loben. Die Secundärloben, in welche der Siphonallobus vom Medianhöcker getheilt ist, sind zweimal schmäler, als der erste Laterallobus, während bei *Ag. uralicum* die Breite dieser Secundärloben und Lateralloben fast gleich ist. Bei der letzten Form ist der letzte Lateralsattel (Umbilicalsattel) breit, bei *Ag. Krotowi* — schmal (vergl. Taf. IV, Fig. 4 *e* und Taf. V, Fig. 7 *c*). Fast ohne Zweifel gehört zu dieser Art auch ein etwas verdrücktes Exemplar, welches von Tschernyschew im Sandstein an dem

Gr. Ik gefunden worden ist. Auf demselben sind Querstreifen und kaum bemerkbare Längsrippchen vorhanden. Seine Dimensionen s. oben (III).

Vorkommen. Sandstein der Artinsk-Stufe, Fl. Tschussowaja unterhalb des Kl. Waschkur; Fl. Gr. Ik unweit des Dorfes Jangibajewa.

Popanoceras Hyatt.

Goniatites (de Haan) Verneuil (p.), Geol. of Russia, II, 372, Taf. XXVI, fig. 4 u. 5, Tf. XXVII, fig. 5.
Goniatites (de Haan) Möller, Karpinsky, Krotow etc.
Aganides (Montf. p.) d'Orbigny, Prodr. p. 116.
Ammonites (Br. p.) Giebel. Fauna d. Vorw. III, s. 449, 450. 484.
Ammonites (Br.). Beyrich (p.), Kohlenkalk von Timor Abh. Berl. Ak. Wiss., 1864, 70, Tf. IX, fig. I.
Ammonites (Br.). Heilprin (p.) (Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1884, p. 53) etc.
Ceratites (de Haan) Lindström (p.), Trias och Juraförst. fr. Spitzbergen, Sv. Vet. Ac. Handl. 1865, VI № 6.
Arcestes (Suess) Waagen (p.), Salt-Range fossils, Mem. of the Geol. Survey of India Ser. XIII, I, 1879, p. 30.
Megaphyllites v. Mojsisovics (p.), Cephal. d. mediterr. Triasprov., 1882, 191.
Popanoceras Hyatt, Genera of foss. Ceph., Proc. of the Boston Soc. of. Nat. Hist., 1883, XXII, 337.
Popanoceras (Hyatt) v. Mojsisovics, Arktische Triasfaunen, 65.
Waagenia Krotow (non Neumayr, non de Koninck) Artinsk-Et. 204.
Popanoceras (Hyatt) Gemmellaro, La fauna dei calcari c. Fusulina d. valle d. fiume Sosio, 1887, Fasc. 1, 19.
Stacheoceras Gemmellaro, Fauna etc., 26.
Waagenina Krotow, Mém. Com. Géol., 1888, VI, 474.

Die genauere Characteristik dieser Gattung ist von Mojsisovics gegeben worden. Den ersten Versuch einer Trennung von den hierhergehörigen Formen einer Gruppe von Arten unter einem besonderen Gattungsnamen (*Waagenia*, später in *Waagenina* umbenannt), hatte Krotow gemacht. Diese Gruppe ist unzweifelhaft derselbe Formencomplex, dessen genauere Characteristik in der letzten Zeit von Gemmellaro unter dem Gattungsnamen *Stacheoceras* gegeben wurde. Die Vergleichung einer grossen Anzahl von *Popanoceras*-Arten zeigt, dass die Merkmale, die zur Aufstellung der Gattung *Stacheoceras* dienten, nicht zu den wesentlichsten gehören. Dieser Umstand ist schon von Mojsisovics in Kürze auseinander gesetzt worden (Ueber ein. arkt. Trias-Ammoneen. Sibirien. Mém. Ac. Imp. St. Pétersb. VII, Sér. XXXVI, № 5, 1888, p. 18) und seine Schlussfolgerungen bestätigen sich auch an den Ural'schen Popanoceraten. So erscheint *P. Lahuseni* nach seinem Habitus und Sculptur als typischer *Popanoceras*, könnte aber durch das Vorhandensein von Varices zu *Stacheoceras* gebracht werden.

Popanoceras Lahuseni n. sp.

(Taf. V, Fig. 1 *a—h*, 2 *a—c*, 3 *a—d*).

Goniatites Sobolewskyanus (Vern.) Karpinsky (p.) Verh. Min. Ges. St. Petersb., IX, 295.
? Goniatites Kingianus (Vern.) Karpinsky (p.) Ib., 291.

Gehäuse discoidal mit fast ganz umfassenden Umgängen, abgeflachten, schwach gewölbten Flanken und flachconvexer Siphonalseite. Nabel eng. Die Flanken mit flachen und ziemlich breiten (radialen) Querfurchen bedeckt, welche bei jungen Exemplaren weniger zahlreich, fast gerade erscheinen und nicht oder selten über die Siphonalseite verlaufen; bei ausgewachsenen Exemplaren bilden die Furchen zwei sehr flache nach vorn convexe Bogen, welche durch einen nach hinten gerichteten Bogen verbunden sind. Auf der Siphonalseite verlaufen die Furchen, welche auf den Steinkernen fast nicht zu beobachten sind, in einem verhältnissmässig stark concaven Bogen. Die auf den jungen Umgängen wenig zahlreichen Furchen treten auf den ausgewachsenen so zahlreich und dicht auf, dass die Zwischenräume zwischen denselben auf den Steinkernen rippenförmig erscheinen. Auf einem Exemplar von 45 Mm. im Durchmesser, ist die Anzahl dieser Rippen 32. Auf der Schale bildet der Vorderrand jeder Rippe oder der Hinterrand der Furche einen scharf ausgeprägten Streifen, hinter welchem bis zum folgenden ähnlichen Streifen mehrere (8—10) feine, viel weniger deutliche Streifen (Fig. 1 *d*) auftreten.

Auf den jüngeren Umgängen der Schale befinden sich zahlreichere, auf den ausgewachsenen Exemplaren dagegen seltener auftretende Einschnürungen, welche auf den Flanken einen sehr flachen nach hinten gerichteten Bogen bilden und einen ebensolchen aber stärker ausgeprägten Bogen auf der Siphonalseite. In Bezug auf die Dimensionen der Wohnkammer kann man bemerken, dass ihre Länge $1^1/_6$ Umgang übertrifft, da bei dieser Länge die Mundöffnung noch nicht beobachtet worden ist.

Die Lobenlinie besteht bei einer Höhe der Umgänge von 12 Mm., aus dem Siphonallobus (Fig. 1 *g*) und 7 Lateralloben, welche durch breite Sättel verbunden sind, deren Höhe und folglich auch Tiefe der Loben sehr rasch gegen den Nabel abnimmt.

Der breite Siphonallobus ist durch einen Medianhöcker (mit einem eckigen Einschnitt am Ende) in zwei Theile gespalten, welche am Grunde in zwei Zacken endigen. Der genaue Umriss der Basis des ersten Laterallobus ist nicht deutlich beobachtet worden; sie ist dem Anscheine nach in 3 oder 4 Zacken getheilt. Der zweite Laterallobus ist am Grunde zweitheilig; die übrigen Loben sind einfach mit abgerundet eckigem Ende. Der vierte und fünfte Lobus sind genähert und durch einen verhältnissmässig kleinen (niedrigen und weniger breiten) Sattel getrennt. Auf dem evoluten Theile des Gehäuses befindet sich nur der 1-te Laterallobus. Bei einer Höhe der Umgänge von 5 Mm. (Fig. 1 *h*) besteht die Lobenlinie aus dem Siphonallobus, welcher durch den Medianhöcker in zwei Theile zerfällt und aus 6 Lateralloben; die Gestalt der drei letzten dieser Loben ist den entsprechenden Loben der grösseren Umgänge ähnlich. Die Basis der übrigen Loben ist nicht beobachtet worden.

Dimensionen.

	I (Fig. 1 *a*, *b*).		II (Fig. 1 *e*, *f*).		III (Fig. 1 *c*).
Durchmesser	45	Mm.	9	Durchmesser des Gehäuses	48?
Höhe des letzten Umganges	22,5	»	4	Durchm. des vorletzten Umganges	28
Breite desselben	15	»	3,5	Breite » » »	11
Nabeldurchmesser	5	»	2	Durchm. des vorgeh. Umganges	18

Vergleichung. Bei meinen Untersuchungen im Orenburger Gebiet hatte ich die beschriebene Form als eine Varietät des *Gon. Sobolewskyanus* Vern. betrachtet, wobei die meisten Merkmale nachgewiesen wurden, welche die Orenburger Form von der von Verneuil beschriebenen unterscheiden. Seitdem sind in Sicilien noch einige Popanoceraten gefunden worden, welche dem *Gon. Sobolewskyanus* fast ebenso ähnlich sind. Um die Beziehung des *Popanoceras Lahuseni* zu den anderen Formen nach Möglichkeit nachzuweisen, sind die Gehäuse der ersten Art mit grosser Mühe und Vorsicht zur Aufdeckung der Lobenlinien präparirt worden, welche nur auf der Siphonalseite zu beobachten waren. Nach diesen Lobenlinien unterscheidet sich *P. Lahuseni* nicht nur von *P. Sobolewskyanum*, sondern auch von allen anderen bekannten *Popanoceras*-Arten. Bei gleichen Dimensionen der Umgänge zeichnen sie sich durch eine bedeutend grössere Einfachheit im Umriss der Lateralloben (ausser dem ersten) aus. *P. Lahuseni* unterscheidet sich von *P. Sobolewskyanum* auch durch das Auftreten der Einschnürungen, viel zahlreichere Streifen (bis 10) zwischen den Furchen und die Form des Querschnittes der Umgänge; bei *P. Sobolewskyanum* ist die Siphonalseite der jungen Umgänge halbrund, auf dem letzten Umgange eines grossen Exemplars abgeflacht, schwach convex und in der zweiten Hälfte des letzten Umganges durch eckige Ränder mit den Flanken verbunden; bei *P. Lahuseni* bleibt die Siphonalseite in allen Altersstufen flach abgerundet und vereinigt sich mit den Flanken durch abgerundete Kanten.

Gegenwärtig zweifle ich fast nicht, dass die Exemplare, welche in Fig. 3 *a—d* abgebildet sind und die von mir zum Theil zu *P. Kingianum* (Verh. d. Min. Ges. IX) gerechnet wurden, nur junge Exemplare von *P. Lahuseni* darstellen. Das Exemplar Fig. 3 *d* besteht aus der Anfangskammer und 5 Umgängen; im Nabel sind alle vorhergehenden zu sehen; der 5-te Umgang ist stark, aber nicht ganz umfassend. Noch mehr umfassend erscheinen die Umgänge auf den Exemplaren Fig. 3, *b*, *c* und 3 *a*. Die Anzahl der Vertiefungen oder Furchen nimmt mit dem Wachsthum zu. Einige derselben sind in der Form den Vertiefungen des *P. Kingianum* ganz ähnlich; die anderen erscheinen mehr ausgezogen, nicht selten nach hinten flach bogenförmig und schliesslich verlaufen andere wiederum über die Siphonalseite, wo sie weniger ausgetieft sind und einen flachen Sinus bilden.

Dimensionen.

	Fig. 3 *a*	Fig. 3 *b*, *c*	Fig. 3*d*.
Durchmesser	8	5	3,7
Höhe des letzten Umganges	4	2	1,3
Breite desselben	3,5	2	1,5
Nabeldurchmesser	2	1,8	1,7

Ich bin auch fast überzeugt, dass die späteren Forscher die von Tschernyschew bei dem Ssimsk-Hüttenwerk gesammelten Exemplare, von denen ein Theil in Fig. 2 *a*, *b*, *c* auf Taf. V abgebildet ist, auch als zu *P. Lahuseni* angehörig nachweisen werden. Alle diese Exemplare sind deformirt und fast stets zusammengedrückt. Nach ihrem Aussehen

und Character der Umgänge stimmen sie mit den Ssakmarskischen ganz überein; aber die Schale der letzteren ist nur auf der Siphonalseite (Fig. 1 *d*) beobachtet worden, während bei den Ssimskischen Exemplaren die Schale von verschiedenen Theilen des Gehäuses erhalten ist. Die Anzahl der Furchen auf den Umgängen nimmt, wie schon bei der Beschreibung der Ssakmarskischen Exemplare gesagt worden ist, mit dem Wachsthum zu. Nach einem Bruchstück eines grossen Exemplars (Fig. 2 *a*) ist die Anzahl der grossen Streifen oder Furchen auf dem Umgange an 50. Zwischen solchen Furchen befinden sich feine Streifen, deren Anzahl nicht auf allen Exemplaren und selbst nicht auf verschiedenen Theilen eines und desselben Exemplars dieselbe ist. Ausserdem vergrössert sich die Anzahl dieser feinen Streifen in der Richtung vom Nabel zur Siphonalseite durch das Erscheinen neuer Streifen von der hinteren Seite der von ihnen gebildeten Streifenbündel.

Auf den Ssimskischen und Ssakmarskischen Exemplaren bemerkt man nicht selten solche Einschnürungen, welche eine und dieselbe Lage haben.

Trotz aller Mühe und vorsichtiger Präparirung mehrerer Exemplare sind die Lobenlinien gar nicht aufgedeckt worden.

Dimensionen der Ssimskischen Exemplare:

	(Fig. 2 *a*) I	(Fig. 2 *b*) II	(Fig. 2 *c*) III
Durchmesser	»	29	24
Höhe des letzten Umganges	25(?)	16	13
Breite desselben	16(?)	»	»
Nabeldurchmesser	6(?)	2,25	2

Popanoceras Sobolewskyanum Verneuil.

Goniatites Sobolewskyanus Verneuil, Geol. of Russia II, 572, pl. XXVI, f. 5.
Aganides Sobolewskyanus (Vern.) d'Orbigny, Prodr. 116.
Ammonites Sobolewskyanus (Vern.) Giebel. Fauna d. Vorw., III, 484.
Goniatites Sobolewskyanus (Vern.) Eichwald, Lethaea, I, 1325.
Popanoceras Sobolewskyanum (Vern.) Hyatt, Gen. of foss. Ceph., 338.
Gon. (*Popanoceras*) *Sobolewskyanus* (Vern.) Krotow, Artinsk-Et., 200.
Gon. (*Popanoceras*) *Sobolewskyanus* (Vern.) Krotow, Mém. Com. Géol., VI, 473.

Die von mir untersuchten Exemplare des *P. Sobolewskyanum* stammen aus dem Sandstein in der Umgegend der Artinsk-Hütte und am Fl. Gr. Ik (Berg Chanysch).

Popanoceras Kingianum Vern.

(Taf. V, Fig. 8 *a—d*).

Goniatites Kingianus Verneuil, Geol. of Russia, II, 374, pl. XXVII, f. 5.
Aganides Kingianus (Vern.) d'Orbigny, Prodr. 116.
Ammonites Kingianus (Vern.) Giebel. Fauna d. Vorw. III, 450.
Goniatites Kingianus (Vern.) Eichwald, Lethaea ross. I, 1324.

Popanoceras Kinginianum (Vern.) Hyatt, Gen. of foss. Ceph., 338.
Goniatites (Popan.) Kingianus (Vern.) Krotow, Artinsk-Et., 199.

Die äussere Gestalt des Gehäuses ist von Verneuil sehr gut beschrieben und abgebildet worden; aber die von mir untersuchten Exemplare zeigen einige Abweichungen im Bau der Lobenlinie. Bei einer Höhe des Umganges von 4 Mm. (Fig. 8 *b*) zerfällt der Siphonallobus durch den mit einem Einschnitt am Ende versehenen Medianhöcker in zwei zweispitzige Theile. Lateralloben 6: der erste zweitheilig, der zweite gleichfalls, aber am Grunde mehr verbreitert; der dritte und die folgenden einfach. Die drei letzten Loben sind verhältnissmässig klein und flach. Die Lobenlinien sind bei Annäherung zum Nabel an den Lobenstellen schief nach vorn gerichtet. Die Sättel abgerundet und ihre Höhe nimmt vom Externsattel, dem höchsten unter denselben, in der Richtung zum Nabel allmählig ab. Bei einer Höhe des Umganges von 4,5 Mm. (Fig. 8 *c*.) bleibt der allgemeine Character der Lobenlinie derselbe, aber der zweite Laterallobus besitzt am Grunde 3 Zacken. Die beginnende Dreitheilung zeigt sich auch am dritten Laterallobus; die anderen drei Loben sind einfach. Bei einer Höhe des Umganges von 5 Mm. (Fig. 8 *d*) verbreitert sich der zweitheilige erste Laterallobus in der Nähe seiner Basis, was der Verwandlung in einen vierzackigen Lobus vorangeht; der 2te Laterallobus ist vierzackig, der 3te dreizackig, der 4te und die zwei folgenden einfach.

Nach der Beschreibung Verneuil's besitzen die beiden Theile, in welche der Siphonallobus zerfällt, an ihrer Basis vier Zacken, ebenso wie der 1te, 2te und 3te Laterallobus, obgleich beim dritten oft nur drei Zacken zu bemerken sind. Ausser diesen Loben hat Verneuil nur noch einen einfachen beobachtet. Die Lobenlinien sind von Verneuil nach der Grösse des Exemplars zu urtheilen von einem ungefähr 7 Mm. hohen Umgang abgebildet worden. Da die Complication der Loben mit dem Wachsthum der Umgänge ziemlich rasch vorschreitet (s. Fig. 8 *b*, *c*, *d*), so ist es leicht möglich, dass der Siphonallobus und die drei Lateralloben bei einer Umgangshöhe von 7 Mm. die Gestalt annehmen, wie sie Verneuil angezeigt hat, aber es ist kaum möglich, dass ausser diesen Loben nur noch ein einfacher erscheint. Hier ist anzunehmen: 1) dass das Verneuil'sche Exemplar in Betreff der Lobenlinien eine individuale Abweichung oder Monstrosität darstellt, 2) die von mir und Verneuil beschriebenen Exemplare zwei verschiedenen Species angehören und 3) die auf dem Verneuil'schen Exemplar fehlenden zwei einfachen Loben in Folge ihrer geringen Grösse und anderer Ursachen nicht beobachtet worden sind. Das Letztere ist meiner Ansicht nach wohl am zulässigsten.

Dimensionen. Da Verneuil nur die Dimensionen eines einzigen Exemplars gegeben hat, so sind hier dieselben noch von einigen anderen des *P. Kingianum* verzeichnet worden:

	I		II (Fig. 8 *a*)	III
Durchmesser	21	Mm.	12	11
Höhe des letzten Umganges . .	11	»	5,5	5
Breite » » » ...	6	»	4	3,9
Nabeldurchmesser	2,5	»	1,5	1,5

Vorkommen. Sandstein der Artinsk-Stufe des Berges Kaschkabasch beim Artinsk-Hüttenwerk und des Berges Chanysch am Ik.

Popanoceras sp. indet.

Im Kalkstein der Artinsk-Stufe beim Dorfe Kundrowka an der Ssakmara ist das kleine Bruchstück eines Steinkernes von einem auf den Flanken flachen und auf der Siphonalseite abgerundeten Gehäuse gefunden worden. Auf diesem Bruchstück bemerkt man hin und wieder die einzelnen Theile der Lobenlinien, nach welchen die beigefügte Zeichnung (Fig. 30) angefertigt ist. Dieselbe ist als eine ganz genaue zu betrachten. Der Siphonallobus, dessen Breite fast der Höhe gleich ist oder die letztere nur wenig übertrifft, zerfällt durch den mit einem Einschnitt am Ende versehenen Medianhöcker in zwei zweispitzige Theile; der erste Laterallobus ist dreitheilig, stellt aber den Anfang zur Verwandlung in einen vierzackigen dar; der zweite Laterallobus ist viertheilig, der dritte dreispitzig, ebenso wie der letzte der beobachteten Loben, dessen Zerschlitzung weniger deutlich ist. Die Sättel sind abgerundet und werden allmählig von den Externsätteln, als den höchsten angefangen immer kleiner.

Fig. 30. Vergr.

Dimensionen. Die Dicke des Umganges 7,5 Mm; die Höhe desjenigen Theiles des letzteren, auf welchem die dargestellten Loben und Sättel erscheinen, 8,5 Mm.

Vergleichung. Die in Rede stehende Form nähert sich nach den Lobenlinien am meisten den oben beschriebenen Exemplaren des *P. Kingianum*. Bei dem weiteren Wachsthum der Umgänge der zuletzt genannten Art müssen diese Linien complicirter werden. Obgleich eine gewisse Complication derselben auch auf dem beschriebenen Bruchstück von *Popanoceras* beobachtet worden ist (der erste Laterallobus ist nicht zwei-, sondern dreitheilig; der vierte Laterallobus ist dreitheilig und dazu strebt auch der 4te einfache Lobus des *P. Kingianum*), so müssten doch bei den verhältnissmässig grösseren Dimensionen des Gehäuses, welchem dieses Bruchstück angehört, die Lobenlinien noch complicirter erscheinen. (Vergl. z. B. mit der Lobenlinie des Verneuil'schen Exemplars, dessen letzter Umgang eine Dicke von 5 Mm. erreicht). Daher kann das betreffende Bruchstück meiner Ansicht nach nicht zu *P. Kingianum* gehören.

Popanoceras Koninckianum Verneuil.

Goniatites Koninckianus Verneuil, Geol. of Russia, II, 373, pl. XXVI, f. 4.
Aganides Koninckianus (Vern.) d'Orbigny, Prodr. 116.
Ammonites Koninckianus (Vern.) Giebel Fauna d. Vorw., III, 449.
Goniatites Koninckianus (Vern.) Eichwald, Lethaea, I, 1324.
Popanoceras Koninckianum Hyatt, Gen. of foss. Ceph., 338.
Goniatites (*Popan.*) *Koninckianus* Krotow, Artinsk. Et., 199.

Ich hatte bis jetzt keine Gelegenheit die Exemplare des *P. Koninckianum* zu untersuchen.

Popanoceras Krasnopolskyi n. sp.

(Taf. V, Fig. 10 *a—l*).

Das ellipsoidale, nahezu kugelige Gehäuse besteht aus umfassenden Umgängen von halbmondförmigem Querschnitt. Nabel sehr eng. Die jüngsten Umgänge sind auf den Flanken und auf der Siphonalseite etwas abgeflacht. Einschnürungen erscheinen selten, sie verlaufen in der Querrichtung ohne Ausbuchtungen zu bilden. Die auf einigen Exemplaren beobachteten Schalenspuren zeigen eine feine Sculptur, welche aus Querstreifen besteht. Die Lobenlinien werden mit dem Wachsthum der Umgänge sehr complicirt. Die ersten derselben sind nicht entdeckt worden. Bei einer Umgangshöhe von $1^1/_2$ Mm. hat die Lobenlinie den in Fig. 10 *g* angezeigten Character. Sie besteht aus dem tiefen und breiten Siphonallobus, an dessen Grunde sich ein niedriger, mit einem breiten und flachen Einschnitt am Ende versehener Medianhöcker befindet. Zu beiden Seiten des Siphonallobus treten je 4 kleine eckig abgerundete einfache Lateralloben auf, deren Grösse gegen den Nabel abnimmt. Die Sättel breit. Beim weiteren Wachsthum der Umgänge (Höhe 3 Mm., Fig. 10 *h*) wird der Medianhöcker höher, obgleich er kaum ein Drittel der Höhe des Siphonallobus erreicht. Die Lateralloben erscheinen tiefer, bleiben jedoch bedeutend weniger tief, als der Siphonallobus. Die ersten Lateralloben werden am Grunde zweitheilig; die übrigen erscheinen als einfache. Bei der Umgangshöhe von $3^1/_3$ Mm. (Fig. 10 *i*) wird der Medianhöcker noch höher; die Theile des Siphonallobus, in welche der letztere durch den Medianhöcker gespalten wird, zeigen eine schwache Einbuchtung, welche auf den Anfang der später sich entwickelnden Zweitheiligkeit dieser Theile hinweist. Die Lateralloben werden noch tiefer, der erste ist am Grunde zweitheilig, der zweite zerfällt in drei abgerundete in einander übergehende Theile, der 3te und 4te Lobus sind einfach, schmal und genähert. Bei der Umgangshöhe von 4 Mm. (Fig. 10 *j*) erreicht der Medianhöcker die halbe Höhe des Siphonallobus; die Basis des letzteren und der Lateralloben befindet sich fast in einem und demselben Niveau. Lateralloben 5. Die ersten zweitheilig, der 2te dreispitzig, der 3te lanzettförmig, der 4te und 5te schmal, genähert und durch einen schmalen Sattel getrennt, welcher niedriger, als die zunächst liegenden Sättel erscheint.

Auf Umgängen von ungefähr 6—7 Mm. (Fig. 10 *k*) erreicht die Höhe des Medianhöckers mehr als die Hälfte der Tiefe des Siphonallobus, welcher durch denselben in zwei Theile zerfällt, die am Grunde zweispitzig erscheinen. Lateralloben 6. Die ersteren sind etwas tiefer, als der Siphonallobus, zerfallen am Grunde durch einen schmalen und verhältnissmässig hohen Secundär-Sattel in zwei Theile, von welchen der erste zweitheilig ist, und der zweite durch eine schwache Einbuchtung nur auf die entstehende Zweitheiligkeit hinweist. Der 2te und 3te Lobus sind dreitheilig, wobei der mittlere Zacken länger als die Seitenzacken erscheint. Der 4te Lobus ist lanzettförmig, der 5te und 6te sind einander genähert, durch einen im

Vergleich zu den zunächststehenden Sätteln sehr niedrigen Sattel getrennt und bilden gleichsam einen zweitheiligen Lobus. Schliesslich zeichnen sich die Lobenlinien bei einer Umgangshöhe von 9—10 Mm. (Fig. 10 *l*) von dem vorhergehenden Umgange durch folgende Merkmale aus: 1) der zweite von denjenigen Theilen, in welche der erste Laterallobus durch den Secundärsattel zerfällt, erscheint ebenfalls zweizackig und in Folge dessen besteht die Basis dieses Lobus aus 4 Zacken; 2) Der vierte Laterallobus ist in zwei Zacken getheilt, obgleich seine Gestalt auf die allernächste Verwandlung in einem dreizackigen hinweist. Auf der umbonalen Seite (*U*) befinden sich dem Anscheine nach zwei kleine abgerundete Loben (von denselben ist nur einer beobachtet worden), welche durch einen ebensolchen Sattel verbunden sind. In den Umgängen aller untersuchten Altersstufen berühren sich nicht die Scheidewände.

Bei Untersuchung der allmähligen Entwickelung der Lobenlinien bemerkt man: 1) dass der Medianhöcker allmählig grösser wird; 2) der erste Laterallobus eine paarige Differenzirung darstellt, erst in zwei, dann in 4 Theile zerfallend; 3) der dritte und die folgenden (ausser den zwei letzten) Lateralloben sich nach einander in dreizackige verwandeln[1]); 4) die 2 letzten Loben einfach bleibend, in den immer späteren Lobenlinien sich mehr und mehr einander nähernd und durch einen allmählig kleiner werdenden Sattel verbunden sind, so dass den zwei Loben der jungen Suturen gleichsam ein zweitheiliger Lobus der Lobenlinien auf erwachsenen Umgängen entspricht.

Dimensionen.

	I (Fig. 10 *a*, *b*).	II (Fig. 10 *d*).		III (Fig. 10 *e*, *f*).	
			Vorletzt. Umg.		Vorletzt. Umg.
Durchmesser	22 Mm.	?	9,25	7,5	4,5
Höhe des letzten Umganges	11	8	5	4	2
Breite	16,5	11	7,5	7	4
Nabeldurchmesser	1,2	1	0,6	0,5	0,5

Vergleichung. Die dem *P. Krosnopolskyi* am nächsten stehende Form ist die *Waagenina* (*Popanoceras*) *subinterrupta* Krotow. Das Gehäuse der letzteren zeichnet sich durch die abgeflachten Flanken und Siphonalseite, wie auch durch die gröberen Querstreifen aus. Krotow hat die Lobenlinien nur auf einem kleinen Exemplar seiner Species untersucht. Bei einem Durchmesser von 7 Mm. hat er eine Lobenlinie beobachten können, welche dem Character des Siphonal- und Laterallobus nach gleichsam eine mittlere Stellung zwischen den Lobenlinien unserer Form in Fig. 10 *h* und Fig. 10 *i* einnimmt. Der Hauptunterschied besteht, abgesehen von den Details in der Gestalt der Loben, in der Anzahl der Lateralloben, die bei der letzteren Art 4, bei *P. subinterruptum* 5 beträgt. Bei einem Durchmesser von ungefähr 12 Mm. bleiben die Theile des Siphonallobus bei *P. Krosnopolskyi* noch einfach, bei der Krotow'schen Art dagegen sind sie zweitheilig; die zwei letzten Loben der ersteren

1) Bei verhältnissmässig grossen Umgängen nehmen die Zacken eine lanzettförmige Gestalt an, welche wahrscheinlich der Zerschlitzung der Zacken in 3 Theile vorangeht.

Form sind einander genähert, was bei *P. subinterruptum* nicht beobachtet wird, bei welchem der zweite Laterallobus nach der Zeichnung zu urtheilen, viel tiefer als der erste ist.

Vorkommen. Artinsk-Schichten (Sandsteine) an der Tschussowaja (unterhalb des Kl. Waschkur) und an dem Ik.

Popanoceras sp. indeterm. (aff. Parkeri Heilprin.)

(Taf. V, Fig. 5 *a—c*).

Einem einzigen Bruchstück nach sind die Umgänge des Gehäuses auf den Flanken und der Siphonalseite flach gewölbt. Die äussere Form des Gehäuses ist wahrscheinlich dem Gehäuse des *Popanoceras Krosnopolskyi* und *P. subinterruptum* sehr ähnlich. Die Sculptur ist nicht bekannt. Unter den Lobenlinien kann man folgende Elemente beobachten: 1) den in zwei zweizackige Theile durch den Medianhöcker gespaltenen Siphonallobus; 2) zwei auf jeder Seite auftretende Lateralloben, von denen der erste zweizackig und der zweite dreizackig erscheint; auch ist zum Theil der dritte Lobus zu sehen, der, wie es scheint, dem zweiten ähnlich ist; die übrigen Loben sind nicht beobachtet worden; 3) Sättel abgerundet, zungenförmig; ihre Grösse nimmt von dem Externsattel, dem höchsten unter denselben allmählig ab. Die Lobenlinien berühren sich nicht.

Dimensionen. Die Breite des Bruchstückes, die ungefähr die Breite der Umgänge erreicht, ist = 14 Mm.

Vergleichung. Wie schon oben bemerkt wurde, ist nach der äusseren Form des Gehäuses die beschriebene Art dem *P. Krasnopolskyi* sehr ähnlich, von welchem sie sich vielleicht durch stärkere Abflachung der Siphonal- und Flanken? — Seiten auszeichnet; die Lobenlinien aber, welche bei beiden Formen bei gleichen Dimensionen des Gehäuses einen gleichförmigen Character besitzen, unterscheiden sich bei der beschriebenen Art durch verhältnissmässig grössere Einfachheit: z. B. bei einer Breite der Umgänge von 14 Mm. erscheint der erste Laterallobus der letzteren Form zweitheilig (Fig. 5 *c*), bei *P. Krasnopolskyi* dagegen viertheilig (Fig. 10 *l*).

Vielleicht gehören die betrachteten Formen zu *Pr. subinterruptum* Krotow, aber diese Frage kann einstweilen nicht entschieden werden, da die Lobenlinien und die Gestalt der grossen Exemplare der letztgenannten Form noch nicht bekannt sind. Die grösste Aehnlichkeit aber besitzt das beschriebene Exemplar mit *Ammonites* (*Popanoceras*) *Parkeri* Heilprin aus Texas in Nord-Amerika, welcher auch nach einem Bruchstück beschrieben worden ist[1]). Soweit es die erhaltene äussere Form des Gehäuses der Ural'schen und amerikanischen Exemplare und ihre Lobenlinien (vergl. die Abbildung von Heilprin Fig. 2 und Fig. 5 *c*, Taf. V) anbetrifft, kann man beide Arten identificiren, aber das amerikanische Exemplar ist

1) Heilprin. Proceed. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, 1884, I, 53, fig. 1 *a*. 2.

kleiner und hätte wahrscheinlich beim Anwachsen bis zur Grösse des Ural'schen Exemplars complicirtere Lobenlinien.

Popanoceras sp. indeterm. (aff. Jazwae Krotow).

(Taf. V, Fig. 9 *a—d*).

Das Gehäuse besteht aus umfassenden Umgängen mit flachconvexen Flanken und abgerundeter Siphonalseite. Die grösste Breite der Umgänge befindet sich ungefähr in der Mitte ihrer Höhe. Der Nabel ist fast oder ganz geschlossen. Bei jungen Exemplaren ist die Höhe der Umgänge geringer als die Breite, bei älteren — umgekehrt.

Auf dem grösseren Exemplar zeigt der Steinkern die Spuren der Sculptur, und namentlich Querstreifen oder feine Furchen, welche auf der Siphonalseite einen flachen Sinus oder einen schwachen nach hinten gerichteten Bogen bilden. Die Lobenlinien sind nicht deutlich zu beobachten. Die beigelegten Zeichnungen (Fig. 31) sind mit grosser Mühe (unter dem Mikroskop bei von verschiedenen Seiten fallendem Lichte) aufgenommen worden; für die Genauigkeit derselben kann ich aber nicht einstehen. Jedenfalls weisen sie auf die Angehörigkeit der beschriebenen Art zu *Popanoceras* hin. Die obere Zeichnung stellt einen Theil der Lobenlinie eines grossen Exemplars (Fig. 9 *a*, *b*, Taf. V) bei einer Umgangshöhe von 7 Mm. dar; die untere einen Theil der Lobenlinie eines kleinen Exemplars (Fig. 9 *c*, *d*, Taf. V) bei einer Umgangshöhe von 3 Mm.

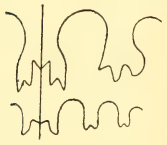


Fig. 31. Vergr.

Dimensionen.

	(Fig. 9 *a*, *b*). I.	(Fig. 9 *c*, *d*). II.
Durchmesser	18	7
Höhe des letzten Umganges . . .	11	4
Breite » » » . . .	9,5	5

Vergleichung. Es ist möglich, dass die in Rede stehende Form zu *Waagenina Jazwae* Krotow gehört. Die Streifen oder Furchen auf der Siphonalseite dieser Form bilden nach der Zeichnung zu urtheilen keinen Sinus, aber vielleicht entsteht der letztere nur auf den grösseren Umgängen. Die verglichenen Formen weichen nach ihren Lobenlinien bedeutend mehr von einander ab, aber die letzteren treten, wie auf dem Krotow'schen, so auch auf meinen Exemplaren sehr undeutlich auf. Wenn es sich später herausstellen sollte, dass die von Krotow und mir angeführten Lobenlinien richtig sind, so werden beide Formen als selbständige Arten zu betrachten sein.

Vorkommen. Sandstein der Artinsk-Stufe an der Uswa (zwischen den Felsen Nawisschij Kamen und Maloje Brewno).

Popanoceras Romanowskyi n. sp.

(Taf. V, Fig. 6 *a*, *b*).

Goniatites sp. indeterm. Karpinsky. Verh. d. Min. Ges. St. Petersb. 1883, XVIII, 216.

Bei sehr vorsichtiger Behandlung mit Salzsäure der von mir schon erwähnten (Ein Hinw. über das Vork. v. Permo-Carbon in Darwas) Exemplare, treten die Lobenlinien deutlich hervor und gestatten nachzuweisen, dass die Popanoceraten von Darwas eine neue Form darstellen. Das Gehäuse derselben ist stark deformirt, hat aber allem Anschein nach eine ellipsoidale Form und besteht aus stark umfassenden Umgängen mit flachconvexen Flanken und abgerundeter Siphonalseite. Der Nabel ist sehr klein, fast geschlossen. Auf dem Steinkerne des Gehäuses sind stellenweise Einschnürungen zu bemerken. Spuren der Sculptur sind nicht vorhanden.

Die Lobenlinie besteht bei einer Umgangshöhe von 10 Mm. (Fig. 6 *a*) aus: 1) einem breiten durch den am Ende mit einem Einschnitt versehenen Medianhöcker in zwei Theile gespaltenen Siphonallobus, dessen beide Theile am Grunde zweizackig endigen; 2) drei Lateralloben, welche in drei Zacken getheilt sind und 3) abgerundeten Sätteln. Bei einer Umgangshöhe von 5 Mm. (Fig. 6 *b*) entspricht die Anzahl der Loben der oben angeführten, aber der 2te und 3te Laterallobus erscheinen als einfache, wobei der zweite eine derartige lanzettförmige Form annimmt, welche der Zerschlitzung der Loben in drei Zacken vorangeht.

Dimensionen. Da die Exemplare verdrückt sind, kann man die Dimensionen nur annähernd bezeichnen:

	I	II
Durchmesser	21	8
Höhe des letzten Umganges	11	5
Breite	10	»

Vergleichung. Die Dreitheiligkeit aller Lateralloben, welche den *P. Romanowskyi* characterisirt, wird bei wenigen Popanoceraten, wie z. B. bei *P. (Stacheoceras) mediterranum* Gemm., *P. (Stacheoc.) Karpinskyi* Gemm. beobachtet, aber abgesehen von der etwas abweichenden Gestalt der Loben und Sättel, ist ihre Anzahl bei den letzteren Arten viel grösser. So z. B. beträgt die Anzahl der Lateralloben bei einem jungen von Gemmellaro abgebildeten Exemplar von *P. mediterranum* (Taf. VII, Fig. 11—13) sieben, bei *P. Romanowskyi* dagegen sind wie bei kleineren, so auch bei ungefähr zweimal grösseren Exemplaren drei Lateralloben vorhanden. Dreitheilige Lateralloben erscheinen auch bei *P. antiquum* Waagen und zwar sind solcher acht auf einem grossen Exemplar; eine derartig anwachsende Anzahl der Loben kann man aber bei *P. Romanowskyi* nicht erwarten, wenn die Exemplare desselben die Grösse des Waagen'schen erreichen. Die grösste Aehnlichkeit hat die beschriebene Form bei gleicher Umgangshöhe mit *P.* (*Stacheoceras*) *pygmaeum* Gemm., aber die beiden Theile des Siphonallobus erscheinen bei der letzteren Art als einfache.

Vorkommen. Die untersuchten Exemplare erhielt ich von Prof. Romanowsky und sie stammen aus einem grossen Blockstück, welches in Darwas gefunden wurde.

Popanoceras (?) sp. indeterm.

Goniatites sp. indeterm. Karpinsky. Verh. d. Min. Gesellsch. IX, Taf. XII, Fig. 20, 21.
Goniatites sp. indeterm. Krotow. Artinsk. Et. 20.

Das in einer kieselig-thonigen Concretion aus dem Sandstein der Artinskstufe in der Nähe der Ausmündung des Kleinen Sürjan in den Grossen gefundene Exemplar, welches in der obencitirten Abhandlung beschrieben worden ist, wurde zur Bestimmung der Lobenlinien zerschlagen. Der ganze letzte Umgang und ein kleiner Theil des vorletzten erwiesen sich als Wohnkammer. Die Anzahl aller Umgänge der untersuchten Exemplare beträgt, wie es scheint, sechs. Die Involubilität derselben nimmt mit dem Wachsthum etwas zu. Der fünfte Umgang (bei einer Höhe von 2,1 Mm.) umfasst den vorhergehenden auf $^4/_5$ seiner Höhe, die gleich 1,4 Mm. ist.

Die Lobenlinie ist undeutlich; bei einer Umgangshöhe von ungefähr 2,8 Mm. besteht sie aus einfachen, länglichen, abgerundeten Loben und Sätteln, welche in der beigelegten Zeichnung abgebildet sind (Fig. 32).

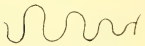


Fig. 32. Vergr.

Die allgemeine Form des Gehäuses, die Dimensionen der Wohnkammer und der Character der Lobenlinien, welcher dem der jungen *Popanoceras*-Umgänge entspricht, veranlassen mich die in Rede stehende Art zu dieser Gattung zu rechnen.

Popanoceras subinterruptum Krotow.

Waagenia subinterrupta Krotow. Artinsk. Et. 205, Taf. I, Fig. 25—28.
Waagenina subinterrupta Krotow. Mém. Com. Géol. VI, 475.

Popanoceras Koswae Krotow.

Waagenia Koswae Krotow. Artinsk. Et. 206, Taf. I, Fig. 29—31.

Popanoceras Jazwae Krotow.

Waagenia Jazwae Krotow. Artinsk. Et. 208, Taf. I, Fig. 32—33.
Waagenina Jazwae Krotow. Mém. Com. Géol. VI, 475.

Diese drei Krotow'schen Arten sind von mir nicht untersucht worden.

Nachträgliche Bemerkungen über die Popanoceraten.

Leider ist es mir nicht gelungen die Entwickelung der Popanoceraten vor dem Stadium zu beobachten, dem die in Fig. 10*g*, Taf. V abgebildete Lobenlinie angehört. Auf Grund der, der kugeligen Form sich nähernden Anfangskammer, könnte man annehmen, dass die Popanoceraten, gleich den meisten Formen, welche zu den Arcestiden gerechnet werden, eine den Latisellaten entsprechende embryonale Entwickelung darstellen. In den untersuchten Grenzen der Popanoceraten-Stadien erscheinen diese Formen den mittleren Entwickelungsstadien der Arcesten sehr ähnlich, aber sie gleichen in dieser Beziehung nicht weniger dem *Megaphyllites* Mojs., wobei die äussere Form des Gehäuses einiger Popanoceraten (s. Fig. 9*a*, Taf. V) an die triasischen Megaphylliten auffallend errinnert. Die letzteren gehören aber nach Branco's Untersuchungen zu den Angustisellaten. In Folge des Mangels an Daten kann ich die Beziehungen zwischen den erwähnten Formen nicht untersuchen, glaube aber bemerken zu können, dass vielleicht die späteren Untersuchungen anchweisen würden, dass die Popanoceraten unter den Latisellaten solche Formen darstellen, welche den Megaphylliten unter den Angustisellaten analog sind, und zwar ähnlich, wie wir das schon bei den Medlicottien und Sageceraten gesehen haben. Nach der Länge der Wohnkammer sind, wie bekannt, die Popanoceraten den Arcestiden und nicht den Megaphylliten ähnlich. Der Richtung der Siphonaldüten zu Folge sprechen die Popanoceraten, gleich dem *Gastrioceras*, wie schon oben erwähnt wurde, nicht zu Gunsten der Eintheilung der Ammoneen in Retrosiphonata und Prosiphonata. Bei einigen Popanoceraten bleiben die Siphonaldüten, wie es scheint, auch bei ganz grossen Exemplaren (z. B. *P. Sobolewskyanum*) nach hinten gerichtet; bei anderen haben die Siphonaldüten auch eine ziemlich lange vordere Fortsetzung (*P. Krasnopolskyi*); schliesslich sind, wie es scheint, bei einigen Arten die Siphonaldüten der grossen Exemplare nach vorn gerichtet (*Stacheoceras Darae* Gemm., *Stach. Karpinskyi* Gemm., *St. Benedictum* Gemm.). Wahrscheinlich hängt die Veränderung der Richtung der Siphonaldüten bei den Popanoceraten mit dem Verschwinden des Einschnittes am Ende des Medianhöckers zusammen.

Soviel ich beobachten konnte, können die oben beschriebenen Popanoceraten in zwei grosse Gruppen getheilt werden. Zu einer derselben gehören *P. Sobolewskyanus*, *P. Lahuseni*, *P. Kingianum* u. a.; zu der anderen: *P. Krasnopolskyi*, *P. subinterruptum* u. s. w. Der Hauptunterschied zwischen denselben besteht in der Form der jungen Gehäuse, welche bei den Arten der ersten Gruppe eine discoidale Form haben und aus wenig umfassenden Umgängen gebildet sind (Fig. 3 *d*, Taf. V); die Arten der zweiten Gruppe haben ein kugeliges Gehäuse mit umfassenden Umgängen. Bei den Popanoceraten der ersten Gruppe bleibt die discoidale Form des Gehäuses stets auch bei grossen Exemplaren, wenn die Umgänge sich umfassen; die Popanoceraten der zweiten Gruppe behalten dagegen oft die kugelige Form auch bei grossen Individuen (Taf. V, Fig. 5*a*, *b*; Fig. 10*a*, *b*); aber in anderen Fällen wird das Gehäuse der Individuen discoidal (Fig. 9*a*, *b*). Zu der zweiten Popanoceraten-Gruppe

gehören, wie es scheint, alle Formen, welche von Krotow unter der Bezeichnung *Waagenina* und von Gemmellaro als *Stacheoceras* beschrieben worden sind, und ebenso die triasischen Popanoceraten der Arktisch-Pacifischen Provinz, der Pandschab'sche *P. antiquum* und *P. Parkeri* aus Texas. Wenn die späteren Untersuchungen nachweisen werden, dass der angeführte Unterschied in den Jugendstadien der beiden Popanoceraten-Gruppen noch in Begleitung von anderen Abweichungen zu beobachten ist, z. B. im Entwickelungscharacter der Lobenlinien, so wird die Eintheilung der Popanoceraten in zwei Gattungen oder Untergattungen vollständiger begründet werden. Die Merkmale, die bis jetzt zur Unterscheidung des *Stacheoceras* oder der *Waagenina* von *Popanoceras* angeführt werden, scheinen mir der Ansicht von Mojsisovics zuwider, nicht genügend zu sein, um selbstständige Gattungen zu unterscheiden.

FAM. INDETERM.

Thalassoceras Gemmellaro.

Goniatites (Haan) Phillips (p.), Geol. of Yorkshire, 1836, II, p. 236, pl. XX, fig. 33 *a*. 35, non fig. 32*a*. 34.
Goniatites (Haan) Brown (p.), Illustr. of the Foss. Conch. of Gr. Britain, 1849, 28. XXI, fig. 1—3.
Aganides (Montf.) (p.) d'Orbigny, Prodr. de pal. strat., 1850, I, 114.
Ammonites (Br. p.) Giebel Fauna d. Vorw., III, 484.
Dimorphoceras Hyatt (p.), Genera of foss. Cephal., 331.
Thalassoceras Gemmellaro, Fauna dei calcari c. Fusulina della valle d. f. Sosio. 1887, p. 69.

Thalassoceras Gemmellaroi n. sp.

(Taf. IV, Fig. 3*a*—*d*).

Das kleine Gehäuse besteht aus umfassenden ziemlich rasch anwachsenden Umgängen mit parabolischem Querschnitt; die grösste Breite erreichen sie am Nabel, welcher sehr klein, fast geschlossen ist. Die Schale ist scheinbar glatt, aber unter der Lupe kann man Längs- oder Spiralrippchen unterscheiden. Ausserdem sind auch stellenweise sehr schwache querverlaufende Anwachsstreifen beobachtet worden, die wahrscheinlich bei besserem Erhaltungszustande der Schale deutlicher zu sehen sind. Nach einem kleinen Exemplar zu schliessen, welches, wie mir scheint, zu dieser Species gehört, ist die Richtung dieser Streifen dieselbe, wie bei den anderen *Thalassoceras*-Arten mit einem Sinus auf der Siphonalseite.

Die Lobenlinien, ausser dem Siphonallobus, jederseits aus einem Laterallobus und zwei Sätteln bestehen. Der Siphonallobus ist sehr breit und zerfällt durch einen schmalen Medianhöcker in zwei breite gezähnte Theile, welche bei einer Höhe der Umgänge von 6 Mm.-6 Zähnchen (Fig. 3 *c*; die beiden äussersten kaum bemerkbar) und bei 4 Mm. Höhe — 4 Zähnchen aufweisen (Fig. 3 *d*). Die Höhe des Medianhöckers nimmt, wie in

Fig. 3 *d*, *c* zu sehen ist, mit dem Wachsthum zu. Der Laterallobus, dessen Breite die Höhe übertrifft, ist am Grunde in 5 Zähnchen getheilt, von welchen das dem Nabel zunächstliegende sehr klein ist. Die Externsättel sehmal, oben abgerundet; die Lateralsättel breit, verhältnissmässig flach bogenförmig.

Dimensionen.	I.	II.
Durchmesser	11	6
Höhe des letzten Umganges. .	6	4
Breite des letzten Umganges .	6	4
Durchmesser des Nabels. . . .	1	0,5
Höhe des vorl. Umganges . . .	3	—

Vergleichung. Nach der Form gleicht das Gehäuse des *Thalassoceras Gemmellaroi* am meisten dem *Th. Phillipsi* Gemm., zeichnet sich aber vorzüglich durch die sogenannte Längsstreifung und einfachere Lobenlinie aus, welche weniger gezähnt ist und einen zweiten Laterallobus, wie bei der Sicilianischen Form, nicht darstellt. Es ist jedoch zu bemerken, dass beim Auffinden von grösseren Exemplaren der Ural'schen Form, die Lobenlinie complicirter erscheinen könnte. Der mittlere unter den Einschnitten, welche die Zähnelung des ersten Laterallobus von *Th. Phillipsi* bilden, ist im Verhältniss zu den anderen grösser, wodurch dieser Lobus durch denselben in zwei gezähnte Hälften getheilt wird; eine solche Zweitheilung des Laterallobus ist bei *Th. Gemmellaroi* nicht vorhanden. Der Sculptur nach nähert sich die in Rede stehende Form dem *Th. subreticulatum* Gemm., unterscheidet sich aber ausser den weniger complicirten Suturen durch den Querschnitt der Umgänge. Nach den Lobenlinien steht *Th. Gemmellaroi* dem *Th. varicosum* Gemm. am nächsten; der letztere unterscheidet sich jedoch durch die Form des Gehäuses (Querschnitt der Umgänge) und auch durch die Sculptur.

Auffallend ist auch die Aehnlichkeit von *Thalassoceras* mit den Goniatiten der Gattung *Dimorphoceras* Hyatt, welche von Gemmellaro mit Recht nachgewiesen wurde und zwar besonders mit *G. Looneyi* Phill. (Geol. of Yorkshire, II. p. 236, pl. XX). Unter dieser Bezeichnung hat Phillips solche Exemplare abgebildet, welche, wie das schon Brown bemekt hat, zwei Arten angehören, deren Lobenlinien und Querschnitt der Umgänge in Fig. 34 und Fig. 35 (Taf. XX), abgebildet sind. Die letztere Form (Fig. 35) müsste eher zu *Thalassoceras* gerechnet werden[1]).

1) Bronwn unterscheidet: *Goniatites Looneyi* (Illustr. foss. conch. Brit. 28, XXI, fig. 1—3 = *G. Looneyi* Phill. (p.) Geol. Yorksh. XX, fig. 33, 35) und *Gon. discrepans* (Ill. f. c. Brit., 28, XXI, fig. 8, 15 = *G. Looneyi* Phill. p. Geol. Yorksh. XX, fig. 32, 34). Der erstere gehört zu *Thalassoceras*, der letztere stellt *Dimorphoceras* dar.

Nach Gemmellaro's Untersuchungen zu urtheilen, durchläuft *Thalassoceras* in seiner Entwickelung das *Dimorphoceras*-Stadium. Die Lobenlinien des jungen Exemplars von *Thal. microdiscus* Gemm. sind fast ganz den Suturen von *Dimorphoceras discrepans* Brown ähnlich.

Vorkommen.. Das in Fig. 3, Taf. IV dargestellte Exemplar von *Thalassoceras Gemmellaroi* fand ich beim Zerschlagen eines Sandsteinstückes von Kaschkobasch (Umg. der Artinsk-Hütte), in welchem ausserdem Exemplare von *Gastrioceras Jossae* eingeschlossen waren. Ein anderes unvollständiges Exemplar fand sich im Artinsk'schen Kalksteine bei Kundrowka an der Ssakmara. Dieses Exemplar wird in meiner Abhandlung (Verh. der Min. Ges., IX, S. 268) unter der Bezeichnung *Ceratites* erwähnt. An demselben Orte ist noch ein anderes kleines Exemplar (II) gefunden worden.

Thalassoceras sp. indet.

Goniatites sp. indeterm. Karpinsky. Ein Hinweis über das Vorkommen von Permo-Carbon in Darwaz. Verh. der Min. Gesell. XVIII, 217.

Unter den Ammoneen, welche in Darwaz gefunden wurden, ist in meiner oben citirten Abhandlung eine Form beschrieben worden, auf welche sich folgende Bemerkung bezieht: «dass die äusserst flache Gestalt ihres Gehäuses theils dadurch entstanden ist, dass das letztere verdrückt ist». Dieses Exemplar wurde zerschlagen und zur Aufdeckung der Lobenlinien präparirt, welche zwar nicht sehr deutlich zu beobachten sind, aber ganz unverkennbar nach dem Typus der *Thalassoceras*-Suturen mit ausgeprägter ceratitenartiger Zähnelung der Loben gestaltet sind. Daher muss man annehmen, dass diese Art zur Gattung *Thalassoceras* gehört und die flache Gestalt des Gehäuses, wie auch der Kiel auf der Siphonalseite in der That durch Verdrückung entstanden sind.

Paraceltites Gemmellaro.

Paraceltites Gemmellaro, Fauna d. calcari c. Fusulina d. Sosio, 1887, p. 75.

Paraceltites (?) sp. indeterm.

(Taf. IV, Fig. 7).

Ein unvollständiges Exemplar, welches in den Artinsk-Schichten bei der Ssimsk-Hütte gefunden worden ist, gehört vielleicht zu derselben Ammoneen-Gruppe, zu welcher die von Gemmellaro unter der Bezeichnung *Paraceltites Hoefferi* beschriebene Form gebracht wird.

Das Ural'sche Exemplar stellt ein Gehäuse dar, welches aus langsam anwachsenden und wenig umfassenden Umgängen mit breitem Nabel besteht. Der Querschnitt der Umgänge ist, wie es scheint, parabolisch; die Nabelwände, welche sich mit den Flanken durch abgerundete Kanten verbinden, fallen gegen den Nabel steil, fast senkrecht ab. Die Seiten-

flächen der Umgänge sind mit zahlreichen (bis 40 auf jedem Umgange) einfachen, abgerundeten Rippen bedeckt, welche nach hinten ausgebogen sind. Auf die Siphonalseite übergehend behalten die Rippen ihre nach vorn geneigte Richtung bei, verschwinden aber sehr rasch. Sie sind auch auf der Nabelwand nicht zu sehen, indem sie auf der Nabelkante mit abgerundeten Enden schwinden.

Dimensionen. Der grösste Theil der Dimensionen ist in Folge des unvollständig erhaltenen Exemplars nur annähernd angegeben.

Durchmesser	32 Mm.
Höhe des letzten Umganges	12 »
Durchmesser des Nabels.	12 »

Vergleichung. Die Verwandtschaftsverhältnisse der in Rede stehenden Form können in Folge des ungenügenden Erhaltungszustandes des Exemplars nicht genau festgestellt werden, um so mehr als die Sicilianischen Exemplare des *P. Hoefferi* eine geringere Grösse besitzen. Zu dem grössten Exemplar gehört der Theil des Umganges, welcher in Fig. 10, Taf. VII in Gemmellaro's Werk abgebildet ist. Dieser Umgang erinnert an die Ural'sche Form, zeichnet sich aber durch einen anderen Verlauf der Rippen aus (am Nabel sind die Rippen nach hinten und nicht nach vorn gerichtet, wie bei der Ural'schen Form) und ebenso durch den verhältnissmässig breiteren Nabel, dessen Durchmesser bei *P. Hoefferi* stets die Höhe des Umganges übertrifft.

Vorkommen. Der Fundort der beschriebenen Form ist oben erwähnt worden.

Prof. Stuckenberg[1]) hat im Artinsk'schen Sandstein, unweit der Artinsk-Hütte zwei neue *Goniatites*-Arten gefunden, die noch nicht beschrieben sind.

---

[1]) Krotow, Artinsk. Et., 200.

NACHTRAG.

Die vorliegende Arbeit war bereits abgeschlossen, als ein sehr interessanter Nachtrag zur ersten Lieferung des Werkes von Gemmellaro (La fauna dei calcari con Fusulina etc. Appendice, 1888) erschien. Ausser der Beschreibung einiger neuen Formen und Ergänzungen zu den in der ersten Lieferung beschriebenen, enthält dieses «Appendice» die Beobachtungen über die Unterschiede des *Waagenoceras* von *Cyclolobus*, *Stacheoceras* von *Popanoceras* und *Adrianites* von *Agathiceras*.

Die hier angeführten Merkmale, durch welche sich *Stacheoceras* von *Popanoceras* auszeichnet, sind, meiner Ansicht nach, nicht von grosser Bedeutung. Die angestellte Vergleichung der Lobenlinien zeigt, dass sie einen übereinstimmenden allgemeinen Character besitzen und noch ähnlicher einander wären, wenn zur Vergleichung des *Popanoceras* mit weniger differenzirter Lobenlinie oder die inneren Umgänge derselben Formen gedient hätten, d. h. jüngere Exemplare, bei welchen in einem gewissen Stadium der Entwickelung die Loben unzweifelhaft als zwei- und dreifachgezähnte erscheinen. Ein Beispiel der Complication der Lobenlinie bei *Stacheoceras* ist auf Taf. V, Fig. 10 *g—l* abgebildet.

Der Unterschied zwischen den erwähnten Gattungen, welcher in der Grösse der Wohnkammer besteht, die bei *Popanoceras* den letzten Umgang und bei *Stacheoceras* $1^1/_2$ Umgänge einnimmt, kann zugelassen werden, da nach Gemmellaro bei *Stacheoceras Darae* und *St. pygmaeum* die Wohnkammer nur ein wenig grösser ist als der letzte Umgang, während bei dem Ural'schen *Popanoceras Lahuseni* die Wohnkammer, ohne ihren vorderen abgebrochenen Theil, $1^1/_6$ Umgänge einnimmt.

Derartige Bemerkungen könnte man auch in Bezug auf die anderen von Gemmellaro angeführten Unterschiede des *Stacheoceras* von *Popanoceras* machen. Auf diese Weise scheinen, wie schon früher erwähnt worden ist, die Merkmale, welche bis jetzt zur Unterscheidung des *Stacheoceras* Gemm. (oder *Waagenina* Krot.) von *Popanoceras* angeführt wurden,

nicht genügend zu sein um *Stacheoceras* als selbstständige Gattung zu trennen; dessen ungeachtet bleibt die Frage über diese Trennung bis zur genaueren Untersuchung der Entwickelung dieser Formen unentschieden, worüber schon S. 80 erwähnt wurde.

In Betreff der Unterschiede der Lobenlinien von *Agathiceras* und *Adrianites* muss bemerkt werden, dass zu richtigen Schlussfolgerungen eine Vergleichung der Entwickelung dieser Linien bei beiden Formen nothwendig ist. Bei Mangel an Material ist die Vergleichung an denjenigen Adrianiten auszuführen, welche nach den Lobenlinien, Habitus und Sculptur sich den typischen Agathiceraten nähern. Bei den letzteren werden drei Lateralloben und bei den Adrianiten 4—7 (bei *Adrian. isomorphus* vielleicht 8) angenommen. Die zur Vergleichung mit *Agathiceras Suessi* am meisten geeignete Form ist, wie ich glaube, *Adrian. ensifer*, bei welchem nur 4 Lateralloben vorhanden sind, und der Nabelsattel, wie es scheint, eine ebensolche Gestalt hat, wie bei *Ag. Suessi* (vergl. Gemmellaro, Fauna dei calcari etc., tav. VI, fig. 3 *ed* 13). Ein ganz anderes Ansehen hat die Lobenlinie auf der Nabelwand und neben derselben bei allen Goniatiten und Ammoniten, welche sich durch zahlreiche Loben auszeichnen.

Es ist hier beiläufig zu bemerken, dass bei *Adrian. isomorphus* der Medianhöcker eine dem *Agathiceras* (Gemmellaro, Appendice, tav. *B*, fig. 7) eigene Form besitzt; bei *Agath. anceps* dagegen, wie bei den Adrianiten (Gemmellaro, fasc. 1, tav. VII, fig. 22. Siehe die Anmerkung über den Medianhöcker S. 64).

GEOLOGISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN.

Aus dem Obigen ist zu ersehen, dass in den Ablagerungen der Artinsk-Stufe am West-Abhange des Urals an 35 Ammoneen-Formen gefunden worden sind. Das Auftreten einer so verhältnissmässig grossen Menge eigenartiger Formen in den erwähnten Ablagerungen lässt unwillkürlich annehmen, dass sie als Vertreter einer Migrationsfauna erscheinen, welche aus einem mehr oder weniger entfernten Gebiet in die gegenwärtig das Vorland des Urals darstellende Gegend eingewandert sind. Zu einem derartigen, nach den bis jetzt bekannten Daten folgerichtigen Schlusse ist Suess in seinem classischen Werke «Antlitz der Erde» (II, S. 316, 319) gelangt. Das Studium der Entwickelung der Artinsk'schen-Arten beweist jedoch, dass die zahlreichen denselben verwandten Ammoneen-Formen in demselben Becken der vorangegangenen Carbon-Periode auftraten, in welchem die Carbon-Ablagerungen unmittelbar von den Artinsk'schen überlagert wurden. So ist z. B. oben nachgewiesen worden, dass die Medlicottien, Propinacoceraten und Parapronoriten sich durch Umwandlung in verschiedene Richtungen aus den Pronoriten entwickelt haben, deren Auftreten in den oberen Carbon-Ablagerungen des Urals längst bekannt war. Noch weniger Anlass ist vorhanden die Gastrioceraten, welche auch in den oberen Carbon-Ablagerungen des Urals (*G. Marianum*), und anderer Gegenden des ausgebreiteten russischen Carbonfeldes (*G. russiense*, *G. cf. Listeri*) gefunden wurden, als eingewanderte Formen zu betrachten. Die erste Form steht dem verbreitetesten Artinsk'schen *G. Jossae* so nahe, dass sie mit grosser Wahrscheinlichkeit als Stammform desselben betrachtet werden kann. Ein *Agathiceras*, der dem *Ag. Uralicum* sehr nahe verwandt, wenn nicht mit demselben identisch ist, wurde auch im oberen Kohlenkalk des Urals gefunden. Der gegenwärtig entdeckte und zwar in geringer Anzahl von Exemplaren aus den Artinsk'schen Ablagerungen vorhandene *Thalassoceras* ist in den Carbonablagerungen des Urals nicht nachgewiesen worden, aber eine sehr nahe stehende Form hat Phillips aus den Carbon-Schichten von Yorkshire (*Gon. Looneyi*, p., Geol. of. Yorkshire, tab. XX, f. 33, 35, non f. 32, 34) beschrieben. Es bleiben fast nur noch die Popanoceraten nach, deren allernächste Vorläufer weder in den Carbonablagerungen des Urals oder überhaupt in Russland,

noch in den Ablagerungen anderer Länder bekannt sind. Vielleicht stellen die Popanoceraten eingewanderte Formen dar, aber jedenfalls wird das Studium der Anfangsstadien der Entwickelung dieser Formen ihre nahen Beziehungen zu den bekannten Carbon-Arten aufklären.

Nach Allem dem scheint es mir, dass die Ammoneen-Fauna der Artinsk-Stufe (oder wenigstens die meisten dieser Formen) autochthonen Ursprungs ist und sich aus den *Goniatiten* entwickelt hat, welche in demselben Becken (aber in einer anderen Gestalt) in der vorangegangenen oberen Carbonepoche lebten.

In der untenfolgenden Tabelle *A* sind diejenigen Ammoneen der Artinsk-Stufe angeführt, welche in mehr oder weniger nahen Beziehungen zu den am Ural auftretenden Carbonformen stehen. Sind die letzteren in den Ablagerungen dieser Gegend nicht angetroffen worden, so werden die zunächst verwandten *Goniatiten* der Carbonablagerungen anderer Länder angeführt.

Tabelle A.

Artinsk'sche Ablagerungen.	Carbonische Ablagerungen.
Pronorites praepermicus	Pronorites cyclolobus var. uralensis.
Pronorites postcarbonarius	
Parapronorites tenuis	
Parapronorites latus	
Parapronorites Mojsisovicsi	
Medlicottia Orbignyana	
Medlicottia artiensis	
Medlicottia sp. indet.	
Medlicottia Karpinskyana	
Propinacoceras Sakmarae	
Gastrioceras Jossae	Gastr. Marianum (P. iowense. N. Amerika).
Paralegoceras Tschernyschewi	
Agathiceras uralicum	Agath. cf. uralicum (Goniatites Looneyi. England).
Thalassoceras Gemmellaroi	

Diese Tabelle zeigt unter Anderem, dass in den Artinsk-Schichten und dem unterlagernden oberen Carbonkalkstein (vielleicht mit Ausnahme des *Agathiceras uralicum*) keine einzige gemeinsame Form gefunden worden ist. Die anderen Angaben über das Vorkommen der Carbonammoneen in der Artinsk-Stufe sind als irrthümlich anzunehmen.

Wie wir weiter unten sehen werden, sind alle anderen einander ähnlichen Ammoneenfaunen nicht älter als die Fauna der Artinsk-Stufe und die letztere entspricht ungefähr demjenigen geologischen Moment, in welchem, wenigstens auf dem grössten Theile der Erdoberfläche, die ersten höherstehenden Ammoneen (d. h. die sogenannten Ammoniten) auftreten.

Wenden wir uns jetzt zur Vergleichung der Ammoneen der Artinsk-Ablagerungen

Tal

Darwas.	Ural.	Sicilien.
1. Pronorites praepermicus Karp.	1. Pronorites praepermicus Karp.	
	2. Pronorites postcarbonarius Karp.	
	3. Parapronorites tenuis Karp.	*Parapronorites Konincki* Gemm.
	4. Parapronorites latus Karp.	
	5. Parapronorites Mojsisovicsi Karp.	
		Sicanites Mojsisovicsi Gemm.
		Sicanites sp.
	6. Medlicottia Orbignyana Vern.	Medlicottia Trautscholdi Gem
		Medlicottia Verneuili Gemm.
	7. Medlicottia artiensis Gruen.	Medlicottia Marcoui Gemm.
	8. Medlicottia Karpinskyana Krot.	Medlicottia bifrons Gemm.
	9. Medlicottia sp. indet.	*Medlicottia Schopeni* Gemm.
		Propinacoceras Beyrichi Gemm.
		Propinacoceras Galilaei Gemm.
2. *Propinacoceras Darwasi* Karp.	10. Propinacoceras Sakmarae Karp.	*Propinacoceras affine* Gemm.
		Daraeilites Meeki Gemm.
	11. Gastrioceras Jossae Vern.	Gastrioceras Waageni Gemm.
	12. Gastrioceras Suessi Karp.	*Gastrioceras sosiense* Gemm.
	13. Gastrioceras sp. indet.	*Gastrioceras Zitteli* Gemm.
	14. Gastrioceras Nikitini Karp.	Gastrioceras Roemeri Gemm.
	15. Gastrioceras Fedorowi Karp.	Glyphioceras Meneghini Gemm.
	16. Paralegoceras Tschernyschewi Karp.	Glyphioceras gracile Gemm.
3. Agathiceras uralicum Karp.	17. Agathiceras uralicum Karp.	*Agathiceras Suessi* Gemm.
	18. Agathiceras Krotowi Karp.	Agathiceras anceps Gemm.
		Agathiceras tornatum Gemm.
	19. Agathiceras Stuckenbergi Karp.	Adrianites elegans Gemm.
		Adrianites insignis Gemm.
		Adrianites ensifer Gemm.
		Adrianites Kingi Gemm.
		Adrianites Distefanoi Gemm.
		Adrianites isomorphus Gemm.
		Adrianites craticulatus Gemm.
		Adrianites affinis Gemm.
		Adrianites Haueri Gemm.
		Adrianites (Hoffmannia) Hoffmanni
		Adrianites (Hoffmannia) Burgensis
		Doryceras fimbriatum Gemm.
		Doryceras Stuckenbergi Gemm.

mit ähnlichen Versteinerungen aus anderen Ländern, welche schon in der Einleitung angeführt worden sind.

In der unten folgenden Tabelle *B* sind die Listen der Formen aller Faunen angeführt, welche der Artinsk'schen ähnlich sind; die mit den Artinsk'schen identischen Arten sind durch Sperrschrift und die *ähnlichen* durch Cursivschrift angegeben worden.

Salt-Range.	Djulfa.	Texas.
liscus plicatus Waag.	Hungarites djulfensis Abich.	
liscus carbonarius Waag.	Otoceras ? intermedius Abich.	
	Otoceras ? tropitus Abich.	
	Otoceras ? trochoides Abich.	
	Otoceras ? pessoides Abich.	
cottia primas Waag.		
cottia Wynnei Waag.		
eras (?) Hauerianum de Kon.		
	Gastrioceras Abichianum Moell.	

Wie wir weiter unten sehen werden, sind alle anderen einander ähnlichen Ammoneenfaunen nicht älter als die Fauna der Artinsk-Stufe und die letztere entspricht ungefähr demjenigen geologischen Moment, in welchem, wenigstens auf dem grössten Theile der Erdoberfläche, die ersten höherstehenden Ammoneen (d. h. die sogenannten Ammoniten) auftreten.

Wenden wir uns jetzt zur Vergleichung der Ammoneen der Artinsk-Ablagerungen

mit ähnlichen Versteinerungen aus anderen Ländern, welche schon in der Einleitung angeführt worden sind.

In der unten folgenden Tabelle *B* sind die Listen der Formen aller Faunen angeführt, welche der Artinsk'schen ähnlich sind; die mit den Artinsk'schen identischen Arten sind durch Sperrschrift und die *ähnlichen* durch Cursivschrift angegeben worden.

Tabelle B.

Darwas.	Ural.	Sicilien.	Salt-Range.	Djulfa.	Texas.
1. Pronorites praepermicus Karp.	1. Pronorites praepermicus Karp.				
	2. Pronorites postcarbonarius Karp.				
	3. Parapronorites tenuis Karp.	*Parapronorites Koninckı* Gemm.			
	4. Parapronorites latus Karp.		Xenodiscus plicatus Waag.	Hungarites djulfensis Abich.	
	5. Parapronorites Mojsisovicsi Karp.		Xenodiscus carbonarius Waag.	Otoceras ? intermedius Abich.	
		Sicanites Mojsisovicsi Gemm.		Otoceras ? tropitus Abich.	
		Sicanites sp.		Otoceras ? trochoides Abich.	
	6. Medlicottia Orbignyana Vern.	Medlicottia Trautscholdi Gemm.	Medlicottia primas Waag.	Otoceras ? pessoides Abich.	
		Medlicottia Verneuili Gemm.			
	7. Medlicottia artiensis Gruen.	Medlicottia Marcoui Gemm.	Medlicottia Wynnei Waag.		
	8. Medlicottia Karpinskyana Krot.	Medlicottia bifrons Gemm.			
	9. Medlicottia sp. indet.	*Medlicottia Schopeni* Gemm.			
		Propinacoceras Beyrichi Gemm.	Ceratoceras (?) Hauerianum de Kon.		
		Propinacoceras Galilaei Gemm.			
2. *Propinacoceras Darwasi* Karp.	10. Propinacoceras Sakmarae Karp.	*Propinacoceras affine* Gemm.			
		Daraeilites Meeki Gemm.			
	11. Gastrioceras Jossae Vern.	Gastrioceras Waageni Gemm.			
	12. Gastrioceras Suessi Karp.	*Gastrioceras sosiense* Gemm.			
	13. Gastrioceras sp. indet.	*Gastrioceras Zitteli* Gemm.			
	14. Gastrioceras Nikitini Karp.	Gastrioceras Roemeri Gemm.			
	15. Gastrioceras Fedorowi Karp.	Glyphioceras Meneghini Gemm.		Gastrioceras Abichianum Moell.	
	16. Paralegoceras Tschernyschewi Karp.	Glyphioceras gracile Gemm.			
3. Agathiceras uralicum Karp.	17. Agathiceras uralicum Karp.	*Agathiceras Suessi* Gemm.			
	18. Agathiceras Krotowi Karp.	Agathiceras anceps Gemm.			
		Agathiceras tornatum Gemm.			
	19. Agathiceras Stuckenbergi Karp.	Adrianites elegans Gemm.			
		Adrianites insignis Gemm.			
		Adrianites ensifer Gemm.			
		Adrianites Kingi Gemm.			
		Adrianites Distefanoi Gemm.			
		Adrianites isomorphus Gemm.			
		Adrianites craticulatus Gemm.			
		Adrianites affinis Gemm.			
		Adrianites Haueri Gemm.			
		Adrianites (Hoffmannia) Hoffmanni Gemm.			
		Adrianites (Hoffmannia) Burgensis Gemm.			
		Doryceras fimbriatum Gemm.			
		Doryceras Stuckenbergi Gemm.			

Darwas.	Ural.	Sicilien.
		Clynolobus Telleri Gemm.
	20. Popanoceras Lahuseni Karp.	Popanoceras multistriatum Gemm.
	21. Popanoceras Sobolewskyanum Vern.	*Popanoceras Moelleri* Gemm.
	22. Popanoceras Koninckianum Vern.	Popanoceras clausum Gemm.
	23. Popanoceras Kingianum Vern.	Popanoceras scrobiculatum Gemm.
	24. Popanoceras sp. indet.	Stacheoceras mediterraneum Gemm.
4. Popanoceras Romanowskyi Karp.	25. Popanoceras Krasnopolskyi Karp.	Stacheoceras Tietzei Gemm.
	26. Popanoceras sp. indeterm. (aff. Parkeri).	Stacheoceras Karpinskyi Gemm.
	27. Popanoceras subinterruptum Krot.	Stacheoceras globosum Gemm.
	28. Popanoceras Koswae Krot.	Stacheoceras Diblasii Gemm.
	29. Popanoceras Jazwae Krot.	Stacheoceras perspectivum Gemm.
	30. Popanoceras sp. indet. (aff. Jazwae).	Stacheoceras Gaudryi Gemm.
	31. Popanoceras (?) sp. indet.	Stacheoceras Gruenewaldti Gemm
		Stacheoceras pelagicum Gemm.
		Stacheoceras Darae Gemm.
		Stacheoceras Benedictum Gemm.
		Stacheoceras pygmaeum Gemm.
		Waagenoceras Mojsisovicsi Gemm.
		Waagenoceras Stachei Gemm.
		Waagenoceras Nikitini Gemm.
		Hyattoceras Geinitzi Gemm.
		Hyattoceras turgidum Gemm.
		Hyattoceras Gümbeli Gemm.
		Hyattoceras (Abichia) Abichi Gemm.
5. Thalassoceras sp. indet.	32. Thalassoceros Gemmellaroi Karp.	*Thalassoceras Phillipsi* Gemm.
		Thalassoceras subreticalatum Gemm.
		Thalassoceras microdiscus Gemm.
		Thalassoceras varicosum Gemm.
	33. Paraceltites (?) sp. indet.	Paraceltites Hoeferi Gemm.
		Paraceltites Halli Gemm.
		Paraceltites Münsteri Gemm.
	34. Goniatites n. sp.	Paraceltites plicatus Gemm.
	35. Goniatites n. sp.	Brancoceras pygmaeum Gemm. [1]

Aus dieser Tabelle ist unter Anderem zu ersehen, dass alle fünf in einem zufällig angetroffenen Gesteinsstück gefundenen Darwas-Formen, ungeachtet der Entfernung von 1800 Kilom., welche Darwas vom Ural trennt, eine ausserordentliche Aehnlichkeit mit den Artinsk'schen zeigen. Von diesen Formen erscheinen zwei mit den Ural'schen identisch und eine derselben als sehr nahestehend. Die Darwas-Ablagerungen kann man direct zur Artinsk-Stufe rechnen.

Die in Sicilien gefundenen Ammoneen sind den Ural'schen weniger ähnlich, aber ihr allgemeiner Character erscheint mit Ausnahme einiger Arcestiden als ein vollständig Artinsk'-

1) An den Genusbestimmungen Gemmellaro's der Sicilianischen Ammoneen ist in der Tabelle B nichts geändert worden.

Salt-Range.	Djulfa.	Texas.
noceras antiquum Waag.		
		Popanoceras Parkeri Heilpr.
lobus Oldhami Waag. stes priscus Waag.		

scher. Eine von den Sicilianischen Ammoneen halte ich für identisch mit einer Ural'schen (*Medlicottia Trautscholdi* = *M. Orbignyana*); zwei Arten stehen einander sehr nahe (*Gastrioceras sosiense* — *G. Suessi*; *Agathiceras Suessi* — *Ag. uralicum*) und 8 andere Formen erinnern sehr an die Ural'schen Arten. Als wesentlichste Abweichung der Sicilianischen Fauna erscheint das Auftreten der complicirten Arcestiden (*Cyclolobus* oder *Waagenoceras* und *Hyattoceras*), welche auf dem Ural gar nicht bekannt sind. Ausserdem erscheinen in Sicilien viele von den dieser Gegend und dem Ural gemeinsamen Gattungen als complicirtere Formen.

Alles das weist vielleicht darauf hin, dass die Sicilianische Fauna etwas jüngeren Ursprungs ist, als die Ural'sche, obgleich sie, wie ich hier noch einmal wiederhole, der Artinsk'schen sehr nahe steht. Andererseits ist es möglich, dass der angeführte Unterschied durch chorologische Ursachen hervorgerufen wird. Die complicirten Arcestiden könnten z. B.

Darwas.	Ural.	Sicilien.	Salt-Range	Djulfa.	Texas.
		Clynolobus Telleri Gemm.			
	20. Popanoceras Lahuseni Karp.	Popanoceras multistriatum Gemm.			
	21. Popanoceras Sobolewskyanum Vern.	*Popanoceras Moelleri* Gemm.			
	22. Popanoceras Koninckianum Vern.	Popanoceras clausum Gemm.			
	23. Popanoceras Kingianum Vern.	Popanoceras scrobiculatum Gemm.			
	24. Popanoceras sp. indet.	Stacheoceras mediterraneum Gemm.	Popanoceras antiquum Waag.		
4. Popanoceras Romanowskyi Karp.	25. Popanoceras Krasnopolskyi Karp.	Stacheoceras Tietzei Gemm.			
	26. Popanoceras sp. indeterm. (aff. Parkeri).	Stacheoceras Karpinskyi Gemm.			*Popanoceras Parkeri* Heilpr.
	27. Popanoceras subinterruptum Krot.	Stacheoceras globosum Gemm.			
	28. Popanoceras Koswae Krot.	Stacheoceras Diblasii Gemm.			
	29. Popanoceras Jazwae Krot.	Stacheoceras perspectivum Gemm.			
	30. Popanoceras sp. indet. (aff. Jazwae).	Stacheoceras Gaudryi Gemm.			
	31. Popanoceras (?) sp. indet.	Stacheoceras Gruenewaldti Gemm			
		Stacheoceras pelagicum Gemm.			
		Stacheoceras Darae Gemm.			
		Stacheoceras Benedictum Gemm.			
		Stacheoceras pygmaeum Gemm.			
		Waagenoceras Mojsisovicsi Gemm.	Cyclolobus Oldhami Waag.		
		Waagenoceras Stachei Gemm.	Arcestes priscus Waag.		
		Waagenoceras Nikitini Gemm.			
		Hyattoceras Geinitzi Gemm.			
		Hyattoceras turgidum Gemm.			
		Hyattoceras Gümbeli Gemm.			
		Hyattoceras (Abichia) Abichi Gemm.			
5. Thalassoceras sp. indet.	32. Thalassoceros Gemmellaroi Karp.	*Thalassoceras Phillipsi* Gemm.			
		Thalassoceras subreticalatum Gemm.			
		Thalassoceras microdiscus Gemm.			
		Thalassoceras varicosum Gemm.			
	33. Paraceltites (?) sp. indet.	Paraceltites Hoeferi Gemm.			
		Paraceltites Halli Gemm.			
		Paraceltites Münsteri Gemm.			
	34. Goniatites n. sp.	Paraceltites plicatus Gemm.			
	35. Goniatites n. sp.	Braucoceras pygmaeum Gemm. [1]			

Aus dieser Tabelle ist unter Anderem zu ersehen, dass alle fünf in einem zufällig angetroffenen Gesteinsstück gefundenen Darwas-Formen, ungeachtet der Entfernung von 1800 Kilom., welche Darwas vom Ural trennt, eine ausserordentliche Aehnlichkeit mit den Artinsk'schen zeigen. Von diesen Formen erscheinen zwei mit den Ural'schen identisch und eine derselben als sehr nahestehend. Die Darwas-Ablagerungen kann man direct zur Artinsk-Stufe rechnen.

Die in Sicilien gefundenen Ammoneen sind den Ural'schen weniger ähnlich, aber ihr allgemeiner Character erscheint mit Ausnahme einiger Arcestiden als ein vollständig Artinsk'scher. Eine von den Sicilianischen Ammoneen halte ich für identisch mit einer Ural'schen (*Medlicottia Trautscholdi* = *M. Orbignyana*); zwei Arten stehen einander sehr nahe (*Gastrioceras sosiense* — *G. Suessi*; *Agathiceras Suessi* — *Ag. uralicum*) und 8 andere Formen erinnern sehr an die Ural'schen Arten. Als wesentlichste Abweichung der Sicilianischen Fauna erscheint das Auftreten der complicirten Arcestiden (*Cyclolobus* oder *Waagenoceras* und *Hyattoceras*), welche auf dem Ural gar nicht bekannt sind. Ausserdem erscheinen in Sicilien viele von den dieser Gegend und dem Ural gemeinsamen Gattungen als complicirtere Formen.

Alles das weist vielleicht darauf hin, dass die Sicilianische Fauna etwas jüngeren Ursprungs ist, als die Ural'sche, obgleich sie, wie ich hier noch einmal wiederhole, der Artinsk'schen sehr nahe steht. Andererseits ist es möglich, dass der angeführte Unterschied durch chorologische Ursachen hervorgerufen wird. Die complicirten Arcestiden könnten z. B.

1) An den Genusbestimmungen Gemmellaro's der Sicilianischen Ammoneen ist in der Tabelle B nichts geändert worden.

nur den südlicheren Gebieten angehören [1]). Diese Frage wird wahrscheinlich in Betracht der verhältnissmässig grossen Veränderlichkeit der Ammoneen bei ihrer horizontalen Verbreitung erst beim Vergleich der Fauna der anderen wirbellosen Thiere Siciliens mit den Artinsk'schen entschieden werden.

Es muss auch bemerkt werden, dass der Zwischenraum, welcher den Sicilianischen Fundort der permo-carbonen Ammoneen vom Ural trennt, ein viel grösserer ist als der vom Ural und Darwas und daher könnte auch die grössere Abweichung der Sicilianischen Formen von den Ural'schen, bei der Gleichalterigkeit der in Rede stehenden Ablagerungen aller dieser Gebiete leicht erklärt werden.

Eine derartige Erklärung wäre für die Ammoneen-Fauna von Salt-Range schwer anzuwenden, da dieses Gebirge von dem Fundort der Darwas-Ammoneen (von den so zu sagen mit den Ural'schen indentischen) im Ganzen nur ungefähr 650 Kilometer entfernt ist, aber trotzdem unterscheiden sich alle Pandschab'schen Ammoneen von den Ural-Darwas'schen. Dank der ausgezeichneten Waagen'schen Monographie der Versteinerungen aus dem Productus-limestone von Salt-Range konnte Tschernyschew die indischen Brachiopoden mit den Artinsk'schen vergleichen. Die Resultate seiner Untersuchungen (Mém. du Com. Géol., III, № 4) zeigen, dass die Artinsk-Stufe mit dem Middle-Productus-limestone parallelisirt werden kann, und dass auf diese Weise die ammoneenführende Upperdivision des Productus-Kalkes von Pandschab zu einem höheren geologischen Horizont gehört.

Eine derartige Schlussfolgerung erscheint auch in Bezug auf die Ablagerungen von Djulfa am zulässigsten. Alle bisher aus dieser Gegend bekannten Ammoneen treten einstweilen ausschliesslich nur in dem genannten Gebiete auf, wobei hier zum ersten Male solche Ammoneen-Typen (von Abich als Ceratiten beschrieben) angetroffen wurden, welche nirgends in den paläozoischen Schichten anderer Länder gefunden worden sind, aber in den triasischen Ablagerungen (*Hungarites*, *Otoceras*) erscheinen. Als eine der Artinsk'schen Art verhältnissmässig nahestehende Form erscheint nur *Gastrioceras Abichianum* (*Goniatites striatus* Abich non Sow.; vergl. diese Form mit *G. Fedorowi*).

Die Anzahl der anderen Evertebraten, in den Ablagerungen von Djulfa, die sich mit den Pandschab'schen und Artinsk'schen als gleichartige erwiesen haben, ist einstweilen zu gering um auf dieselben hin eine Vergleichung dieser Ablagerungen anzustellen. Es ist viel wahrscheinlicher, dass sie sich nicht nur jünger als die Artinsk'schen Schichten, sondern auch als der indische obere Productus-Kalk ausweisen werden.

Es bleiben noch die Ablagerungen von Texas zu erwähnen übrig. Der in denselben gefundene Ammonit (*Popanoceras Parkeri*) stellt eine dem Artinsk'schen *Pop. sp. ind.* sehr nahestehende Form dar. Die Ablagerungen selbst rechnet Prof. Heilprin zum Carbon, aber die den genannten *Popanoceras* begleitenden Versteinerungen gehören zu den noch

1) Die Gattungen *Cyclolobus*, *Arcetes* u. s. w. finden sich in den südlichen Gebieten, wie in den paläozoischen Ablagerungen, so auch in der Trias. In der arctischen Trias sind diese Arcestiden auch nicht vorhanden.

nicht bestimmten Arten von *Zaphrentis*, *Phillipsia*, *Bellerophon*, *Conularia*, *Chonetes* und *Productus* d. h. zu Gattungen, deren Arten auch das Permo-Carbon characterisiren. Da die Popanoceraten bis jetzt nicht in anderen Ländern in Ablagerungen gefunden wurden, welche älter als das Permo-Carbon sind (in welchem sie die gewöhnlichsten Ammoneen-Formen darstellen), so müssten meiner Ansicht nach die Ablagerungen von Texas eher zum Permo-Carbon gerechnet werden.

Die untenfolgende Tabelle *C.* zeigt in anschaulicher Weise die wahrscheinlichste Zusammenstellung, wie der obenerwähnten Ablagerungen, so auch einiger anderen parallelen, aber keine Ammoneen-Reste führenden Schichten. Ein besonderes Interesse haben unter den letzteren die Ablagerungen von Nebraska, des Gailthalgebirges in Tyrol, auf Spitzbergen, in Australien, ebenso die Uebergangsablagerungen unter den productiven Steinkohlenschichten in dem Rothliegenden in West-Europa (Saarbrücken, Böhmen, Harz, Frankreich etc.) und Nord-Amerika (Upper barren coal mesures). (Siehe Tab. C) [1]).

Der grösste Theil der Ablagerungen, auf welche die Bezeichnung Permo-Carbon angewandt wird, wird in dieser Tabelle als intermediäre Ablagerungen zwischen dem Carbon- und Perm-System betrachtet. Aber wie bekannt, bezeichnet man diese Zwischenlagerungen direct als unterpermische oder obercarbonische. Obgleich sich die Frage hier oft nur auf die verschiedene Bezeichnungsweise bezieht, d. h. auf einen Umstand von ganz nebensächlicher Bedeutung, werde ich diese Frage in aller Kürze besprechen, da eine unrichtige oder mangelhaft motivirte Anwendung von Bezeichnungen sehr oft unerwünschte Folgen nach sich zieht. Bevor ich zur allgemeinen Betrachtung der Frage über das Permo-Carbon übergehe, will ich zuerst Einiges über die Stellung der Artinsk-Ablagerungen vorausschicken.

Im Jahre 1874 habe ich nachgewiesen, dass die Artinsk-Stufe eine Ablagerung bildet, welche unmittelbar auf die Sedimente des carbonischen Systems folgt, ferner, dass sie ausser den carbonischen und ausschliesslich der Artinsk-Stufe angehörenden Formen, auch Vertreter der permischen Fauna führt und daher Uebergangsablagerungen darstellt, welche im östlichen Theile des europäischen Russlands die typischen Sedimente des carbonischen und permischen Systems verbinden. Diese Ansicht theilten nachher auch fast alle russischen Geologen, unter Anderen Krotow, Tschernyschew u. a., welche sich eingehend mit den Untersuchungen im Verbreitungsgebiet der Artinsk-Schichten beschäftigt hatten; aber später wurde die Zugehörigkeit der letzteren zu den unterpermischen Ablagerungen erklärt. Die Anwendung dieser die Artinsk-Schichten mit dem typischen Rothen Todtliegenden parallelisirenden Bezeichnung erscheint mir für die ersteren wenig entsprechend. Mit einer derartigen Vergleichung könnte man nur in dem Falle einverstanden sein, wenn es sich erwiesen hätte, dass bei Feststellung der Characteristik des permischen und carbonischen Systems noch gar keine Lücke zwischen den Ablagerungen dieser beiden Systeme vorhanden war; dann konnte man in der That alle unmittelbar auf die oberen carbonischen Ablagerungen

1) Ueb. d. Permo-Carbon in Fergana (Kokan) siehe Romanowsky's «Mat. z. Geologie v. Turkestan» II.

Tabelle C.

	Ural.	Sicilien.	Buchara.	Salt-Range.	Transkaukasien.	Nord-Amerika.	Europäisches Russland.	Tyrol.	Spitzbergen	Nord-Amerika.	Australien.	West-Europa.	Nord-Amerika.
Unt. Ablag. d. Permsyst.	Kalkstein, Dolomit, Mergel, Sandstein, Thon, Gyps, Steinsalz.			Upp. Pr.-l.	Djulfa.		Soligalitsch, Kirilow, u. a. Ust-Nem.	Rothlieg.				Rothtodtliegendes.	
Permo-Carbon.	Kalk-Dolomit-St. / Artinsk-Stufe.	Sosio.	..... Darwas.	Middle Productus-limestone ..... Low. Product.limestone.		..... Texas.	Sog. Fusulinenf. Zechst.? .... Drushkowka St.?(Donetz).	Gailthaler Gebirge.	..... est-küste v. Spitzbergen.	Nebraska-City etc.	Bowen River.	Schichten mit gemischter Carbon- und Permflora v. Saarbrück., Harz, Böhmen, St. Etienne etc.	Upper-barren coal-measures.
Obere Ablag. des Carbonsystems.	Fusulinen-Kalk.						Kalkstein v. Timan, Fusulina-u. Schwagerina-Kalk d. E. Russl.	Productive Abl. (Farnzone).				Productive Ablagerung.	Coal-measures.
	Ammoneenführende Schichten.						Ammoneenfreie Schichten.					Continentale Ablagerungen.	

folgenden Sedimente mit diesen oder jenen Schichten der unterpermischen Abtheilung vergleichen. Es ist aber wohl bekannt, dass die erwähnte Lücke schon vorhanden war, als das permische System aufgestellt wurde; selbige wurde erst später mehr oder weniger ausgefüllt und zwar ausschliesslich mit solchen Sedimenten, welche (ausser den neu entdeckten), früher in das carbonische System aufgenommen wurden. Bei der künstlichen Eintheilung in Systeme kann man freilich diese Zwischenschichten (welche zur Zeit der Aufstellung der Systeme noch gar nicht bekannt waren) in verschiedenen Ländern mit grösserer oder geringerer Willkür bald zum höherfolgenden (permischen), bald zum tieferliegenden (carbonischen) System rechnen. Dem Wesentlichen nach wäre die Zuzählung dieser Zwischenschichten zu dieser oder jener künstlichen Abtheilung nicht von Wichtigkeit, aber die verschiedenen Ansichten in dieser Beziehung, welche mit der für sie aufgestellten Bezeichnung Permo-Carbon nicht verschwunden sind, könnten sehr nachtheilig wirken, indem sie den Character und die zutreffenden Vergleichungen der Ablagerungen in verschiedenen Gegenden verkehrt darstellen würden. Sobald wir uns von der Ansicht lossagen, dass die gegenwärtige chronologische Gliederung der sedimentären Bildungen ihr natürliches System darstellt, so wird die Bedeutung einer solchen Gliederung hauptsächlich nur darin bestehen, uns vermittelst einer Parallelisirung der nach ihrer Bildungszeit nahe stehenden Sedimente, zur Orientirung in der Masse des vorhandenen factischen Materials zu verhelfen. Wenn wir aber alle carbon-permischen Ablagerungen, zu welchen den carbonischen ausserordentlich nahestehende Sedimente gehören, mit den unmittelbar an den Zechstein anschliessenden Horizonten des Rothliegenden in eine unterpermische Abtheilung zusammen vereinigen, so kann man nicht umhin eine solche Vereinigung als eine wider den Vortheil eines künstlichen Systems gerichtete zu betrachten.

Als die verschiedenen sedimentären Systeme aufgestellt wurden, galten sie fast in allen Fällen als scharf von einander getrennt, indem sonst die früher herrschende Hypothese über die Kataklismen, durch welche die für die entsprechenden Perioden characteristischen Faunen und Floren vernichtet wurden, nicht am Platze gewesen wäre. Bei einer solchen Hypothese erschien die Eintheilung der sedimentären Bildungen in Systeme als eine natürliche. Später, als die Uebergangsablagerungen, in Folge der Entdeckung neuer Sedimente oder der genaueren Untersuchung der schon bekannten Ablagerungen, nachgewiesen wurden, hat man solche Sedimente mit paläontologischem Uebergangscharacter bald zu dem höherfolgenden, bald zu einem älteren System gebracht. Wie schon oben bemerkt wurde, ist bei der künstlichen Eintheilung der Sedimentgesteine ein solches Verfahren nicht von Bedeutung; es bleibt nur zu wünschen, dass in diesem Falle die Uebergangsschichten nicht mit den typischen Ablagerungen des Systems verwechselt werden. Meiner Ansicht nach dürfte man im Interesse der Wissenschaft nicht die Zwischenschichten, welche ihrem paläontologischen Character nach ebenso gut zu dem einen, wie zu dem anderen System gehören, unbedingt in einem derselben unterbringen, sondern müsste sie einfach als Uebergangsschichten zwischen diesen Systemen bezeichnen. Es würden dadurch durchaus keine Schwierigkeiten entstehen

und die Differenzen unter den Autoren, welche ihre Untersuchungen in verschiedenen Ländern anstellen, ausgeglichen werden. Ausserdem herrscht auch kein bestimmtes einförmiges Princip zur Unterbringung der Uebergangsschichten in ein jüngeres oder älteres System. Wie schon oben bemerkt wurde, ist nach Aufstellung des permischen Systems die Zusammensetzung desselben von den deutschen Gelehrten durch eine Abtheilung der früher als carbonische Ablagerungen betrachteten Sedimente mit einer gemischten carbon-permischen Flora vervollständigt worden. Die Uebertragung dieser Schichten (z. B. im Saarbrücken'schen Becken, in Böhmen und auf dem Harz) fand dadurch statt, dass in denselben die ersten Vertreter der permischen Flora erscheinen. Indessen wird auf Grund des Auftretens einer ziemlich grossen Anzahl von Carbon-Formen in den Pilton-Schichten nicht für zweckmässig gehalten diese Schichten aus dem Devon in das Carbon zu übertragen[1]). Die deutschen Geologen stellen die rhätischen Ablagerungen zur Trias, während der grösste Theil der französischen und italienischen Gelehrten sie zum Jura (Lias) rechnet. Die Tremadoc'schen Schiefer, welche einen bestimmten Uebergangscharacter zwischen den primordialen und untersilurischen Ablagerungen zeigen, werden von den Geologen (welche mit Recht die ersteren in ein besonderes System trennen) zu den oberen cambrischen gestellt, während man die denselben dem Anscheine nach entsprechenden Sedimente Russlands und Schwedens dem Untersilur zurechnet.

Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, dass gar kein bestimmtes Princip in Bezug auf die Gruppirung der einen Uebergangscharacter besitzenden Sedimente herrscht.

Betrachten wir jetzt diese Frage etwas ausführlicher in Bezug auf die Sedimente, welche die typischen carbonischen und permischen Ablagerungen trennen. Hierbei muss bemerkt werden, dass uns aus den permischen Schichten überhaupt und namentlich aus den unterpermischen eine so geringe Anzahl fossiler mariner Organismen bekannt ist, dass die Schlüsse, welche auf denselben basiren, späterhin nicht genau zutreffen könnten. Die Betrachtungen, welche unten folgen, dienen dazu um bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen zu einer richtigeren Schlussfolgerung zu gelangen. Die Frage über die Stellung des Permo-Carbons gehört zu denjenigen, deren selbst zeitweilige Lösung aus vielen Gründen sehr wünschenswerth ist. In den Gebieten, in welchen die carbonischen und permischen Sedimente zu allererst untersucht worden sind, bilden bekanntlich die marinen Ablagerungen die untere Abtheilung der ersteren (den sogenannten Bergkalk und seine Aequivalente) und die obere der letzteren (den Zechstein). Folglich könnten die eine gemischte Fauna führenden Ablagerungen, welche aus den für den Kohlenkalk und Zechstein characteristischen Vertretern besteht, mit den obercarbonischen (productiven) oder unterpermischen (Rothliegendes) parallelisirt und schliesslich als Uebergangsablagerungen zwischen den erwähnten Systemen betrachtet werden (Ablagerungen, die der Lücke, welche ohne Zweifel bei Aufstellung dieser Systeme vorhanden war, entsprechen).

1) So viel ich weiss hat Dewalque sich zuerst zu Gunsten der Zuzählung der Pilton'schen Ablagerungen zum carbonischen System ausgesprochen.

Was die Parallelisirung der eine gemischte Fauna führenden Ablagerungen mit den obercarbonischen Schichten anbetrifft, so gestatten sie nicht alle bisher bekannten Data mit einander zu vergleichen. In den marinen Schichten, welche den productiven Ablagerungen untergeordnet sind und an einigen Punkten West-Europa's (z. B. in England, Schlesien und Polen), wie auch in Nord-Amerika auftreten, finden sich zusammen mit neuen Formen nur Carbon-Arten. Auf diese Weise herrschte, gleichzeitig mit der obercarbonischen (productiven) Flora eine marine Fauna, welche einen bestimmten Carbon-Character besitzt. Dieselben Data dienten auch zur Vergleichung des russischen obercarbonischen (Fusulinen-) Kalkes und seiner marinen Aequivalente[1]) mit der oberen Abtheilung des carbonischen Systems. Zu dieser Schlussfolgerung gelangt man auch beim Studium der Sedimente des Donetz-Beckens, wo das in seiner Art einzige Zusammenauftreten des productiven und Bergkalk-Typus beobachtet wird.

Die Folgerung, dass für die Zugehörigkeit der permo-carbonischen Ablagerungen oder eines Theiles derselben zur Obercarbon-Abtheilung nicht genügende Gründe vorhanden sind, wird auch dadurch bestätigt, dass überall, wo diese Ablagerungen zusammen mit den obercarbonischen auftreten, die ersteren auf die letzteren folgen, z. B. im östlichen Theile des europäischen Russlands bedecken die Artinsk-Ablagerungen den Fusulinen-Kalk und im Gailthalgebirge Tyrols liegt das Permo-Carbon auf dem oberen Horizonte (Obere Farnenzone) der productiven Sedimente.

Betrachten wir jetzt die Frage, ob die permo-carbonischen Sedimente mit den typischen unterpermischen d. h. mit dem Rothliegenden parallelisirt werden können. Schliesst man das Permo-Carbon aus, welches die Reste der obercarbonischen und permischen Floren zusammen führt und von vielen deutschen Geologen, freilich ganz bedingungsweise, mit dem Rothliegenden vereinigt wird, indem sie es als untere Abtheilung des letzteren betrachten, so ersehen wir, dass die typische permische Ablagerung, deren paläontologischer Character hauptsächlich durch das Vorhandensein der Reste der unterpermischen Flora sich auszeichnet, in zwei Unterabtheilungen getheilt werden kann[2]). Zu der oberen derselben gehört derjenige Theil des Rothliegenden, welcher mit der unteren Abtheilungen des Zechsteins parallelisirt werden kann (Geinitz). Daher nöthigen uns die bisher bekannten Fakta zuzulassen, dass die marinen Sedimente, welche mit dem oberen Theile des Rothliegenden synchronisch sind, eine ausschliesslich permische Fauna einschliessen.

Ich glaube, dass es nicht riskirt sein würde vorauszusetzen, dass die marinen Ablagerungen, welche mehr der unteren Abtheilung des Rothliegenden entsprechen, entweder

1) Zum B. einige Schichten von Sumatra (Roemer Palaeont. XXVII, 1), von Timor (Beyrich. Abh. Acad. Wiss. Berlin, 1864, 61), von China (Kayser in Richthofen's «China»), von Ussuri-Gebiet (Tschernyschew. Bull. Com. Géol. VII, 357), von West-Sahara (Stache, Denkschr. Acad. Wien. XLVI) u. s. w.

2) Die localen Eintheilungen des Rothliegenden, welche in verschiedenen Gegenden Deutschlands oft nicht einander entsprechen, werden nicht berücksichtigt.

durch eine permische Fauna oder eine gemischte carbonpermische characterisirt sein müssten, in welcher letzteren aber die Vertreter der unmittelbar folgenden permischen Fauna vorherrschend auftreten. Auf diese Weise entsteht unbedingt die Folgerung, dass die Ablagerungen des Permo-Carbons, in welchem die Carbon-Arten der Thiere bedeutend über die permischen vorherrschen, wie z. B. die Artinsk-Stufe, denjenigen continentalen (Süsswasser-) Ablagerungen entsprechen, welche durch das gemeinsame Auftreten von Resten der Carbon- und Permflora characterisirt werden. In denjenigen Gegenden, in welchen die batrologischen Verhältnisse beobachtet werden konnten, zeugen sie ebenfalls zu Gunsten der Stellung der in Rede stehenden Sedimente zwischen den productiven Ablagerungen und dem Rothliegenden, z. B. im Gailthaler Gebirge. Am Westabhange des Urals liegen die Artinsk-Schichten unter pflanzenführenden Ablagerungen und zwar deren, vorzüglich nicht in den unteren Horizonten auftretenden Pflanzen mit solchen aus dem deutschen Rothliegenden die grösste Aehnlichkeit zeigen.

Obgleich es bekannt ist, dass die Entwickelung der marinen Organismen und der Continentalbewohner fast unabhängig von einander vor sich geht und z. B. die Abwechselung der continentalen Floren der der marinen Faunen garnicht entsprechen könnte, scheint dessenungeachtet in dem gegebenen Falle eine ähnliche annähernde Uebereinstimmung, wenigstens für die carbonische und permische Flora West-Europa's vorhanden zu sein [1]).

Die Pflanzenwelt bildet jedoch ein weniger brauchbares Material zur Aufstellung der universalen chronologischen Eintheilungen der Sedimente, als die Reste der marinen Organismen. Zu einer solchen Annahme kann man auf theoretischem Wege gelangen, aber sie bestätigt sich auch durch unmittelbare Beobachtungen. Die in West-Europa angestellten Versuche auf Grund der Landpflanzen chronologische Abtheilungen zu fixiren, führten nicht selten bei Anwendung dieser Vorkommnisse in anderen Gebieten zu Resultaten, die weder mit den nach marinen Thierresten aufgestellten Abtheilungen, noch mit der batrologischen Stellung der betreffenden Schichten übereinstimmten. Gegenwärtig wird der grösste Theil der Geologen darin übereinkommen, dass die Aufstellung der universalen chronologischen Abtheilungen entweder ausschliesslich auf marinen oder richtiger pelagischen Thierformen beruhen muss, oder wenigstens bei der Characteristik dieser Abtheilungen die letzteren eine vorherrschende Bedeutung besitzen müssen [2]).

---

1) Die gleichzeitige Veränderung der marinen und continentalen organischen Welt kann wahrscheinlich (und zwar in einer, im geologischen Sinne kurzen Zwischenzeit) in Folge der Veränderung der physikogeographischen Verhältnisse stattfinden, welche durch eustatische Bewegungen des Meeres, astronomische Erscheinungen und andern der ganzen Erdoberfläche gemeinsamen Ursachen bedingt werden, die die natürliche Eintheilung der Sedimente verursachen könnten. Die gleichzeitigen Veränderungen der Meeres- und Landorganismen, welche einen localen Character zeigen, sind wahrscheinlich häufiger vorgekommen, besonders in Folge der Bewegungen der Meeresstrandlinie.

2) Als solche erscheint hauptsächlich auch die vorhandene Characteristik der Systeme. Wenn nachgewiesen wäre, dass dem Rothliegenden die Ablagerungen mit einer gemischten Fauna in Parallelegestellt werden können, in welcher die carbonischen Arten über die permischen vorherrschen, (indem man den Thierformen eine grössere Bedeutung zu Classifica-

Indem wir diesen Umstand in Betracht ziehen, führen wir hier die Flora der Artinsk-Stufe an. Die letzte diesen Gegenstand behandelnde Arbeit ist von Prof. Schmalhausen geliefert worden, welcher 26 Arten der Artinsk'schen Pflanzen beschrieben hatte [1]). Unter diesen sind 15 den Artinsk'schen und russischen permischen Ablagerungen gemeinsame Formen vorhanden. Unter den letzteren befinden sich sehr charakteristische Formen, von denen die meisten eine grosse Verbreitung haben und zwar: *Calamites gigas*, *C. decoratus*, *C. Kutorgae*, *Sphenopteris lobata*, *Callipteris conferta*, *C. sinuata*, *C. permiensis*, *Dolerophyllum Goepperti*, *Psygmophyllum expansum*, *P. cuneifolium*, *Cordaïoxylon permicum*, *Dadoxylon biarmicum*, *Clathraria densifolia*. Von den übrigen Formen, welche bis jetzt nur in der Artinskischen Stufe gefunden werden, sind am bemerkenswerthesten: *Cordaïtes lancifolius*, *Poa-Cordaïtes tenuifolius*, *Haidingera cordata* und *Tylodendron speciosum*. Ausserdem muss bemerkt werden, dass *Calamites decoratus* vorzüglich für die Artinskische Stufe characteristisch ist, während er im Perm nur selten angetroffen wird.

Von den Formen, welche in den Artinsk-Schichten auftreten, gehören nur 6 dem Carbon-System. Obgleich auf diese Weise der Uebergangscharacter der Flora dieser Ablagerungen noch zu erkennen ist, so herrschen doch die permischen Arten schon bedeutend vor. Ein solches Resultat, welches gewissermaassen mit dem Resultat des Studiums der Thierreste nicht übereinstimmt, erscheint nicht unerwartet. Die obere Carbonflora des Urals ist ganz unbekannt. Die unteren carbonischen Ablagerungen, unter welchen in diesem Gebirge nicht selten litorale Sedimente mit Pflanzenresten des Culms auftreten, sind durch eine tiefere Seebildung (Fusulinen-Kalk), welche eine bedeutende Mächtigkeit erreicht, ersetzt worden. In der betreffenden Epoche hat sich in der vom Ural eingenommenen Gegend das

---

tionszwecken beilegt), müssten wir das Rothliegende, ausser seinen oberen Horizonten zum Carbon-System rechnen, oder dieses System mit dem permischen vereinigen, wie es auch gegenwärtig einige Geologen zu thun geneigt sind. Die Annahme einer parallelen Stellung des typischen Rothliegenden zu den vorherrschend Carbon-Formen führenden Ablagerungen ist jedoch wenig wahrscheinlich. Einige deutsche Gelehrte bringen das marine Permo-Carbon zum permischen System nur, weil sie es mit den Schichten perallelisiren, welche eine gemischte Flora führen und natürlich echte Uebergangsablagerungen darstellen, welche von diesen Forschern ganz willkürlich zum permischen und nicht zum Carbon-System gerechnet werden. Gümbel schlägt in seinen «Grundzügen der Geologie» eine Dreitheilung des permischen Systems vor, wobei er zur unteren Abtheilung wie die marinen, so auch die Süsswasser-Sedimente (mit Pflanzenresten) des Permo-Carbons stellt. Diese Eintheilung ist unvergleichlich besser als die allgemein angewandte Zweitheilung, da sie die Vereinigung zu einer Abtheilung solcher Sedimente verhindert, welche zu den auf- oder unterlagernden Schichten näher stehen, als untereinander. Wenn die von Gümbel vorgeschlagene Eintheilung allgemein angenommen würde, so könnte man mit derselben in practischer Beziehung einverstanden sein. Obgleich das gegenwärtig herrschende paläontologische Princip der Eintheilung der sedimentären Bildungen etwas umgangen würde (die Sedimente mit vorherrschend paläontologischem Carbon-Character gehörten demnach zum permischen System), so erscheinen doch derartige Abweichungen vom Princip fast unausweichbar, wenn man sich zu der Ansicht hält, dass die neu aufgefundenen Ablagerungen, welche Zwischenschichten in Bezug auf die früher aufgestellten Systeme darstellen, unbedingt zum oberen oder unteren derselben gerechnet werden müssen, d. h. dass die Grenze der Systeme so zu sagen bis an ihre unmittelbare Berührung gezogen werden muss.

1) Die Pflanzenreste der Artinskischen und Perm. Ablag. im Osten d. E. Russland, Mém. du Com. Géol., II, № 4.

Verbreitungsgebiet (Inseln) der continentalen Organismen bedeutend verringert und ist wahrscheinlich an vielen Stellen ganz verschwunden. Auf diese Weise traten dort zur Entwickelung der Pflanzenwelt ungünstige Verhältnisse auf[1]).

Das Auftreten der litoralen Ablagerungen und zusammen mit denselben auch der Pflanzenreste wird nur mit dem Erscheinen des Permo-Carbon beobachtet; d. h. nur dann, wenn in den anderen Gebieten schon die Verdrängung der Carbon-Pflanzen durch neue Formen, d. h. durch permische begann, und herrschten einmal solche Verhältnisse, welche den letzteren viel günstiger waren, so muss man annehmen, dass auf den neuen vom Meere befreiten Theilen des Continents namentlich diese Formen sich am meisten verbreiteten und nicht jene, die so zu sagen schon im Aussterben begriffen waren.

Die angeführten physikogeographischen Verhältnisse, welche auf dem Ural in der obercarbonischen Epoche herrschten, können in gewissem Grade jenen Umstand erklären, dass in den Artinsk-Schichten zusammen mit den permischen Formen noch Vertreter der untercarbonischen (Culm) Flora, wie *Knorria* und *Lepidodendron* (?) erhalten sind, welche im Uralgebiet vielleicht auf einzelnen Inseln zurückgeblieben waren, entfernt von den Arealen, auf welchen schon die auf dem Ural unbekannte obercarbonische Flora sich entwickelte.

Dass die Frage über das Alter der Artinsk-Stufe vorzüglich auf den Thierresten basiren muss, ersieht man unter Anderm schon daraus, dass die Ural'sche permische Flora, ungeachtet der nicht sehr grossen Entfernung, durch welche sie von den zunächst befindlichen permischen Gebieten West-Europa's getrennt wird, sich durch characteristische Eigenthümlichkeiten auszeichnet, welche noch einmal beweisen, dass für die chronologischen Zusammenstellungen der Sedimente verschiedener Gebiete die Pflanzenreste ein weniger zuverlässiges Material darstellen. Ich führe hier folgende Bemerkungen des Professor's Schmalhausen an. «Die artinskischen und permischen Ablagerungen in Russland zeichnen sich durch eine Reihe in hohem Grade origineller Pflanzenreste aus, wie z. B. *Calamites decoratus*, *Callipteris permiensis* und *C. Brongniarti*, *Bathypteris rhomboidea* und ganz besonders *Psygmophyllum expansum* und *P. cuneifolium*, welche diesen Ablagerungen einen ganz ausgezeichneten Character verleihen. Es will dem Autor aber auch scheinen, dass einige der hier beschriebenen Pflanzenformen als Vorläufer der Mesozoischen Epoche aufgefasst werden könnten: *Calamites decoratus* und *C. Kutorgae* unterscheiden sich von den typischen Calamiten des Carbon durch an den Knoten gegenüberstehende Rippen und durchlaufende Furchen; sie schliessen sich hierin an die mesozoïsche Gattung *Phyllotheca* an und die so sehr häufigen *Psygmophyllen*, wie auch *Baiera gigas*, erinnern an die zahlreichen Salisburiaähnlichen Formen des Jura»[2]).

1) Die litoralen obercarbonischen Ablagerungen sind auf der anderen Seite des Urals, am Ostabhange desselben bekannt. In diesen Ablagerungen sind die Pflanzenreste als dünne Streifen von Kohlensubstanz gefunden worden, welche sehr geringe Dimensionen und gar keine Merkmale darstellen, nach welchen man sie annähernd bestimmen könnte. Die allerobersten von den beobachteten Carbonschichten erscheinen jenseits des Urals als gypshaltige Thone und Mergel, welche keine Pflanzen führen.

2) Der grösste Theil der in den russischen permischen Schichten beobachteten Pflanzenreste gehört zweifellos

Zum Schluss halte ich es nicht für überflüssig folgende Bemerkung hinzuzufügen.

Indem ich zur Vermeidung unrichtiger Zusammenstellungen der Sedimente verschiedener Gebiete für zweckmässiger erachte, die Artinsk-Schichten und ihre aequivalenten Ablagerungen als Zwischenschichten in Bezug auf die carbonischen und permischen zu betrachten, ist es ungeachtet dessen meiner Ansicht nach doch möglich (obgleich nur wenig wahrscheinlich), dass die späteren Untersuchungen nachweisen könnten, dass bei Ausbreitung der Grenzen der Systeme bis zur Beseitigung jener Lücken, welche bei ihrer Aufstellung waren, diese Grenze vielleicht mit grösserem Recht unter den Artinsk-Schichten gezogen werden müsste. Das wäre eben in dem Falle, wenn es bewiesen wird, dass viele oder der grösste Theil der Formen, welche gegenwärtig ausschliesslich als permocarbonische betrachtet werden, später in Ablagerungen gefunden werden sollten, welche mit Sicherheit zu den gleichzeitigen mit dem typischen Rothliegenden gehören. Dann wird man diese Formen auch als permische anerkennen müssen, und auf diese Weise könnten die Vertreter der permischen Fauna in den Artinsk-Ablagerungen als über die Carbon-Arten vorherrschende erscheinen, welche gegenwärtig ein grosses Uebergewicht zu haben scheinen und der Fauna dieser Ablagerungen einen bestimmten Carbon-Character verleihen.

Die vorliegende Arbeit abschliessend, füge ich noch einmal hinzu, dass die Artinsk-Stufe eine der characteristischten Ablagerungen darstellt, welche einem wichtigem geologischen Moment in der Entwickelungsgeschichte der organischen Welt auf der Erde entspricht. Dieser «Moment» wird characterisirt durch das Entstehen der höchsten Ammoneen, vielleicht auch durch das Erscheinen der echten Reptilien[1]) und, wie es scheint, durch das Aussterben (wenigstens auf einem sehr grossen Theile der Erdoberfläche) der Trilobiten.

---

solchen Formen an, welche das östliche Ufer der russischen permischen Becken bewohnten. Von dem Verbreitungsgebiet der permischen Pflanzen in West-Europa ist das erwähnte Ufer durch ein ziemlich breites Meer getrennt, obgleich das letztere den Character eines mittelländischen Meeres gehabt hatte. Siehe meine Skizze der physik. geogr. Verhältnisse des europäischen Russlands in den vergangenen geologischen Perioden, Karte № 5. Die oberpaläozoische Flora der östlichen Gebiete zeichnet sich überhaupt durch einige Merkmale aus, welche als characteristisch für die europäische mesozoische Flora betrachtet werden.

1) Die diesbezüglichen Data sind noch nicht veröffentlicht worden.

PALAEONTOLOGISCHER INDEX.

Adrianites, 63, 64, 66, 84, 85.
affinis, 88.
(Hoffmannia) Burgensis, 88.
craticulatus, 88.
Distefanoi, 63, 88.
elegans, 88.
ensifer, 63, 85, 88.
Haueri, 88.
(Hoffmannia) Hoffmanni, 63, 88.
insignis, 63, 88.
isomorphus, 85, 88.
Kingi, 88.
Aganides, 4, 21, 45, 59, 67, 80.
cyclolobus, 8.
Jossae, 48.
Kingianus, 70.
Koninckianus, 72.
Orbignyanus, 32.
Sobolewskyanus, 70.
Agathiceras, 49, **63**, 64, 84, 85, 86.
anceps, 85, 88.
Krotowi, **66**, 88.
Stuckenbergi, **65**, 88.
Suessi, 64, 85, 88, 91.
tornatum, 88.
uralicum, 54, **64**, 66, 86—88, 91.
Ammonites, 4, 45, 59, 67, 80.
cyclolobus, 8.
Jossae, 48.
Kingianus, 70.
Koninckianus, 72.
Orbignyanus, 32.
Parkeri, 75.
Sobolewskyanus, 70.
Angustisellati, 43, 79.
Arcestes, 67, 79, 92.
priscus, 91.
Arcestidae, **63**.
Brancoceras pygmaeum, 90.
Ceratites, 21, 67, 82.
Haidingeri, **21**.
Hauerianus, **21**.
Cladiscites, 57.
Clynolobus Telleri, 90.
Cyclolobus 91, 92.
Oldhami, 91.
Daraelites, 42, 45.
Meeki, 42, 88.
Didymites, 5.
Dimorphoceras, 80, 81.
discrepans, 81.
Dimorphoceras-Stadium, 81.
Doryceras fimbriatum, 88.
Stuckenbergi, 88.
Ellipsolites, 59.
Gastrioceras 42, **45**, 46—48, 61, 63, 64.
Abichianum, 49, 89, 92.
Fedorowi, **56**. 57—59, 88, 92.
indeterm., **54**, 88.
Jossae, 47, **48**, 50, 53, 54, 57, 82, 86—88.
Kingi, 56.
Listeri, 51.
cf. Listeri, 86.
Marianum, **49**, 50, 52, 86, 87.
Nikitini, **55**, 88.
Roemeri, 47, 53, 54, 88.
russiense, 47, 54, 63, 86.
sosiense, 53, 54, 88, 91.

Gastrioceras Suessi, 49, **52**, 53—55, 88, 91.
Waageni, 88.
Zitteli, 46, 47, 53, 54, 88.
Globites, 59.
Glyphioceras, 45—48, **59**, 60, 63.
complicatum, 47.
diadema, 46, 47, 56—59, 61.
goniolobum, 61.
gracile, 88.
Inostranzewi, 46, **60**, **61**.
Meneghini, 88.
Glyphioceratidae, **45**.
Goniatites, 4, 7, 21, 45, 47, 59, 61, 63, 67, 80, 87.
artiensis, 26.
complanatus, 59.
(Glyph.) complicatus, 46.
cyclolobus, 4, 8, 10.
diadema, 48, 49, 56.
discrepans, 81.
discus, 45.
falx, 26.
Henslowi, 42.
inconstans, 52, 59.
indet., 77, 78, 81, 82.
Jossae, 46, 48—52.
var. A, 46, 49, 52.
iowensis, 48.
Kingianus, 67, 70, 71.
Koninckianus, 72.
Listeri var. Mariae, 50.
Looneyi, 81, 86, 87.
Marianus, 49, 50.
mixolobus, 4, 8, 42.
Orbignyanus, 26, 32.
postcarbonarius, 13,
praepermicus, 11,
Sobolewskyanus, 67, 69, 70.
striatus, 92.
tetragonus, 7, 42.
uralicus, 64.
Gymnites, 43.
Hoffmannia, 63.
Homoceras, 46, 47, 60.
Hungarites, 92.
djulfensis, 89.
Hyattoceras, 91.
(Abichia) Abichi, 90.
Geinitzi, 90.
Gümbeli, 90.
turgidum, 90.
Ibergiceras, 7, 42, 45.
Ibergiceras-Stadium, 8, 12, 14, 28, 42.
Latisellati, 43, 79.
Lecanites, 42, 45.
Lecanites glaucus, 42.
Lecanitinae, 45.
Leiostraca, 43.
Lobites, 45.
Medlicottia, **21**, 22, 23, 25, 26, 37, 38, 42, 43, 45.
artiensis, 21—24, **26**, 29, 32, 33, 36, 37, 39, 40, 43, 44, 87, 88.
bifrons, 23, 44, 88.
falx, 21, 26, 32, 38, 41.
indeterm., **36**, 44, 87, 88.
Karpinskyana, 21, **37**, 44, 87, 88.
Marcoui, 44, 88.
Orbignyana, 21, 23, 24, **32**, 33, 35, 36, 44, 59, 87, 88, 91.
var. Trautscholdi, 36, 44.
primas, 21, 23, 44, 89.
Sakmarae, 21—24, 26, 32, 38, 40.
cf. Sakmarae, 40.
Schopeni, 37, 38, 44, 88, 91.
Trautscholdi, 35, 88.
Verneuili, 44, 88.
Wynnei, 21, 24, 42, 44, 89.
Medlicottinae, 45.
Meekoceras, 42, 43.
Megaphyllites, 67, 79.
Münsteroceras, 45, 47, 59.
Nautilites, 59.
Nomismoceras, 46, 47, 60.
Norites, 5, 20, 42, 45.
gondola, 42.
Noritinae, 45.
Orbulita, 59.
Otoceras, 92.
intermedium, 89.
pessoides, 89.
trochoides, 89.
tropites, 89.
Paraceltites, **82**.
Halli, 90.
Hoefferi, 82, 83, 90.
indet., **82**, 90.
Münsteri, 90.
plicatus, 90.
Paralegoceros, 46—48, **61**.
iowense, 63, 87.
Tschernyschewi, **62**, 63, 87, 88.
Paraprolecanites, 8, 22, 42, 45.
Paraprolecanites-Stadium, 8, 12, 14, 22, 29, 38, 42.
Parapronorites, 5, **16**, 17—19, 21, 22, 42, 45.
latus, **18**, 19, 87, 88.
Koninckı, 19, 88.
Mojsisovicsi, **19**, 20, 87, 88.
tenuis, **17**, 19, 87, 88.
Paropronorites-Stadium, 42.

Pharciceras, 45.
Pinacites, 25.
Pinacoceras, 5, 25, 43.
Popanoceras, 45, 49, **67**, 72, 76, 78, 80, 84.
antiquum, 77, 80, 91.
clausum, 90.
indet., **72**, 90.
(?)indet., **78**, 90.
indet. aff. Jazwae, **76**, 90.
indet. aff. Parkeri, **75**, 90—92.
Jazwae, **78**, 90.
(Stacheoceras) Karpinskyi, 77, 90.
Kingianum, 69, **70**, 71—73, 79, 90.
Koninckianum, **72**—90.
Koswae, 66—**78**, 90.
Krasnopolskyi, **73**, 74, 75, 79, 90.
Lahuseni, **67**, 69, 79, 90.
(Stacheoceras) mediterranum, **77**, 90.
Moelleri, 90.
multistriatum, 90.
Parkeri, 75, 80, 91, 92.
(Stacheoceras) pygmaeum, 77, 90.
Romanovskyi, **77**, 90.
scorbiculatum, 90.
Sobolevskyanum, 69, **70**, 79, 90.
subinterruptum, 74, **78**, 79, 90.
Prolecanites, 7, 8, 42, 45.
Prolecanitidae, **4**, 44.
Promedlicottia, — Stadium 23—25, 29, 30.
Pronorites, **4**, 5, 7—9, 12, 14, 16—26, 42, 45.
Barroisi, **10**, 11, 16.
cyclolobus, 4, 5, 8, **10**, 11, 13, 15, 16, 33.
v. uralensis, 5, 6, 8, 11, 13, 16, 20, 87.
indeterminatus, 11.
mixolobus, 4—7, 16.
Phillipsi, 4, 5, **16**.
postcarbonarius, 4, 5, **13**, 14, 15, 18, 87, 88.
v. tetragonus, **14**, 15, 16.
v. vulgaris, **14**, 15, 16.
praepermicus, 4—6, **11**, 12, 13, 16, 18, 20, 59, 87, 88.
Pronorites-Stadium, 8, 14, 22, 25, 29, 38, 40, 42.
Propinacoceras, 21, 24, 25, **37**, 38, 39, 43, 45.
affine, 40, 88.
Beyrichi, 88.
Darwasi, **41**, 88.
Galilaei, 88.
Sakmarae, 24, **38**, 39—41, 87, 88.
Prosiphonata, 44.
Retrosiphonata, 44.
Sageceras, 21, 22, 43.
artiense, 26, 32.
Gabbi, 21.
Sageceras Haidingeri, 89.
Hauerianum, 21.
Orbignyanum, 32.
Sakmarae, **26**, 32, 38, 40.
(Medl.) cf. Sakmarae, 41.
Sandbergeroceras, 8, 45.
Sicanites, 21, 23, 26, 45.
Mojsisovicsi, 88.
sp., 88.
Sicanites-Stadium, 23, 25, 29, 32, 33, 38, 42.
Stacheoceras, 67, 80, 84, 85.
Benedictum, 79, 90.
Darae, 79, 84, 90.
Diblasii, 90.
Gaudryi, 90.
globosum, 90.
Gruenewaldti, 90.
Karpinskyi, 79, 90.
mediterraneum, 90.
pelagicum, 90.
perspectivum, 90.
pygmaeum, 84, 90.
Tietzei, 90.
Sturia, 57.
Thalassoceras, **80**, 81, 82, 86.
Gemmellaroi, **80**, 82, 87, 90.
indet., **82**, 90.
microdiscus, 81, 90.
Phillipsi, 81, 90.
subreticulatum, 81, 90.
varicosum, 81, 90.
Trachyostraca, 43.
Triainoceras, 8, 45.
Waagenia, 67.
Jazwae, 76, 78.
Koswae, 78.
subinterrupta, 78.
Waagenina, 67, 80, 84.
Jazwae, 78.
Koswae, 66, 78.
subinterrupta, 74, 78.
Waagenoceras, 84, 91.
Mojsisovicsi, 90.
Nikitini, 90.
Stachei, 90.
Xenodiscus, 43.
carbonarius, 89.
plicatus, 89.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I.

Fig. 1. Medlicottia artiensis Gruen. S. 26.

Artinsk-Stufe. (Sammlung d. Geol. Com.).

1 *a, b.* Natürliche Grösse. Koswa, unterhalb der Mündung der Chaldina.
1 *c.* Natürliche Grösse. Koswa.
1 *d.* Ein Theil der Siphonalseite des Exemplars Fig. 1 *c.* — 1 *e.* Natürliche Grösse. Fl. Gr. Ik.
1 *f.* Querschnitt von zwei Umgängen; 2 m. vergr. Inn. Umgang mit elliptischem Querschnitt — *Pronorites*-Stadium; äusserer Umgang — *Sicanites*-Stadium. Gr. Ik.
1 *g.* Lobenlinie. *Ibergiceras*-Stadium; 20 m. vergr. — 1 *h. Paraprolecanites*-Stadium; 20 m. vergr.
1 *i.* *Pronorites*-Stadium; 20 m. vergr. — 1 *j. Sicanites*-Stadium; 20 m. vergr.
1 *k.* *Sicanites*-Stadium; 15 m. vergr. — 1 *l. Medlicottia*- oder Endstadium; 5 m. vergr.
1 *m.* *Medlicottia*-Stadium; $2^1/_2$ m. vergr.; theils durch Punktirung restaurirt. *K* — Umbonalkante, *N* — Umbonalnaht, *U* — Umbonalwand.
1 *n.* *Medlicottia*-Stadium; 2 m. vergr.
1 *o.* Querschnitt der Rippchen des Exemplars Fig. 1 *a*; 5 m. vergr.

Fig. 2. Pronorites praepermicus Karp. S. 11.

Artinsk-Stufe.

2 *a.* $5^1/_2$ m. vergr. Koswa, unterhalb der Mündung der Chaldina (Sammlung des Geol. Com.).
2 *b.* Exemplar Fig. 2 *a* ohne den halben letzten Umgang; $5^1/_2$ m. vergr.
2 *c.* Anfangskammer und der erste Umgang. Erste und zweite Lobenlinie sichtbar; 18 m. vergr. Petschora, unterhalb der Mündung der Unja. (Museum des Berg-Instituts).
2 *d.* Innere Seite eines gekielten Schalenstückes von der Siphonalseite des Gehäuses; 2 m. vergrössert. Koswa. (Sammlung des Geol. Com.).
2 *e.* Durchschnitt des Gehäuses mit umfassendem letzten Umgang. Natürliche Grösse. Koswa. (Sammlung des Geol. Com.).
2 *f.* Erste Lobenlinie
2 *g.* Zweite Lobenlinie } 20 m. vergr. Petschora. (Museum des Berg-Instituts).
2 *i.* Lobenlinie des *Ibergiceras*-Stadium; 18 m. vergr. (Exempl. Fig. 2 *a, b*).
2 *j.* Uebergangsstadium zwischen den *Ibergiceras*- und *Paraprolecanites*-Stadien; 18 m. vergr.
2 *k.* *Paraprolecanites*-Stadium, 18 m. vergr.
2 *l.* *Pronorites*- oder Endstadium; 14 m. vergr. (Exempl. Fig. 2 *a, b*).
2 *m.* *Pronorites*-Stadium; 3 m. vergr.
2 *n.* *Pronorites*-Stadium. Basis des Siphonallobus den Medianhöcker bildend; 3 m. vergr.

Fig. 3. Pronorites postcarbonarius v. vulgaris Karp. S. 13.

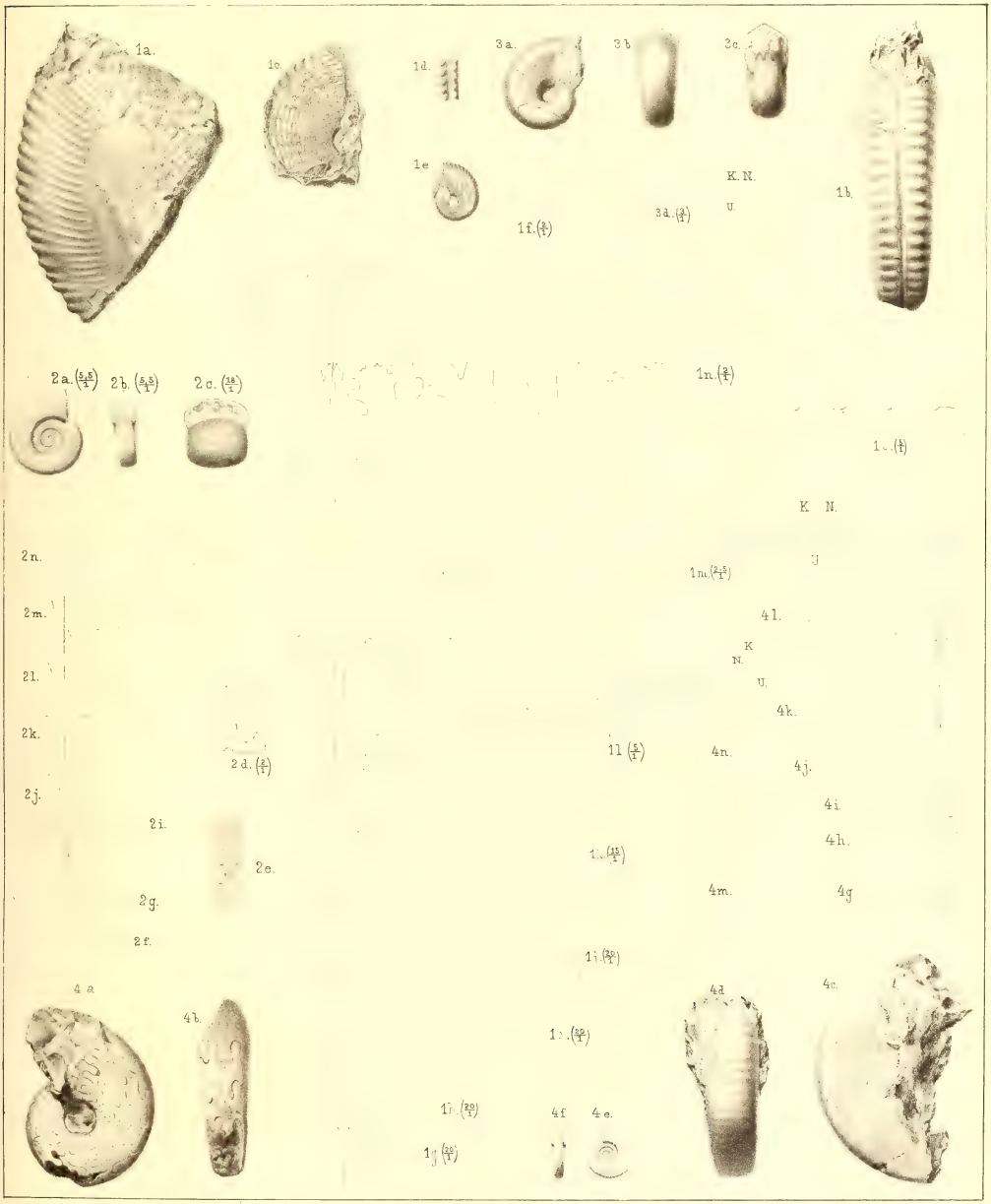
Wohnkammerexemplar. Artinsk-Stufe. Umg. der Artinsk-Hütte. (Mus. des Berg-Inst.).

3 *a, b.* Natürliche Grösse.
3 *c.* Mit Längsfurche auf dem Steinkerne, theils durch die dünne Schale durchscheinend.
3 *d.* Lobenlinie; 3 m. vergr. *K* — Umbonalkante, *N* — Umbonalnaht, *U* — Umbonalwand.

Fig. 4. Pronorites cyclolobus Phill., v. uralensis n. var. S. 8.

Oberer Kohlenkalkstein. Schartymka am Ostabhange des Süd-Urals.

4 *a, b.* Nat. Gr. (Geologisches Kabinet der St. Petersburger Universität).
4 *c.* Steinkern der Wohnkammer. Nat. Gr. (Geol. Kabinet der St. Petersb. Universität).
4 *d.* Id. von oben gesehen.
4 *e, f.* Natürliche Grösse. (Museum des Berg-Instituts).
4 *g.* Lobenlinie des *Ibergiceras*-Stadium; 8 m. vergr. (Exemplar Fig. 4 *e, f*).
4 *h.* *Paraprolecanites*-Stadium; 6 m. vergr. (Exemplar Fig. 4 *e, f*).
4 *i.* *Pronorites*- oder Endstadium; $4^1/_2$ m. vergr. (Exemplar Fig. 4 *e, f*).
4 *j.* *Pronorites*-Stadium; 4 m. vergrössert.
4 *k.* *Pronorites*-Stadium; 3 m. vergr. (Ex. Fig. 1 *a, b*; Anfang des letzten Umg.).
4 *l.* *Pronorites*-Stadium; 2 m. vergr. (Ex. Fig. 1 *a, b*; Vordertheil des letzten Umg.).
4 *m.* Querschnitt eines Umganges im *Ibergiceras*-Stadium (Fig. 4 *g*); 3 m. vergr.
4 *n.* Querschnitt eines Umganges im *Paraprolecanites*-Stadium; 6 m. vergr.



Gez. v. J. Koch.

Lith. Druck v. R. Koch, Wass. Ostr. 11 Lin. N° 14. St. Petersburg.

Tafel II.

Fig. 1. Medlicottia Orbignyana Vern. S. 32.

Artinsk-Stufe.

1 *a, b.* Anfangskammer und die 3 ersten Umgänge; 5 m. vergr. Koswa, unterhalb der Mündung der Chaldina. (Sammlung des Geol. Com.).
1 *c.* Untere Hälfte des Exemplars Fig. 1 *e*. Nat. Gr. Kaschkobasch. (Umg. der Artinsk-Hütte).
1 *d.* Dieselbe Figur vergrössert.
1 *e, f.* Nat. Gr. *i* — die Stelle der in Fig. 1 *i* wiedergegebenen Lobenlinien (Punktirlinie *i* muss in horizontaler Richtung verlaufen); *j* — die Stelle der Lobenlinie in Fig. 1 *j*. Umg. der Artinsk-Hütte. (Museum des Berg-Instituts).
1 *g, h.* Nat. Gr. Umg. der Artinsk-Hütte. (Museum des Berg-Inst tuts).
1 *i.* Lobenlinie d. *Sicanites*-Stadium; 9 m. vergr. (Siehe in Fig. 1 *e*) *PS* — Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges.
1 *j.* *Medlicottia*-Stadium; 6 m. vergr. (*j* — Fig. 1 *e*). *PS* — Projectionsspirale.
1 *k.* *Medlicottia*-Stadium; $4^1/_2$ m. vergr. Lobenlinie der Exempl. Fig. 1 *g, h*. *PS* — Projectionsspirale.
1 *l.* *Medlicottia*-Stadium; 2 m. vergr. *PS* — Projectionsspirale. Koswa. (Samml. des Geol. Com.).
1 *m.* *Medlicottia*-Stadium; 2 m. vergr. *PS* — Projectionsspirale. Koswa. (Samml. des Geol. Com.).

Fig. 2. Parapronorites Mojsisovicsi n. sp. S. 19.

Artinsk-Stufe, Ssimsk-Hütte. (Sammlung d. Geol. Com.).

2 *a.* Natürliche Grösse. — 2 *b*. Lobenlinie des Exemplars Fig. 2 *a*; 2 m. vergr.
2 *c.* Lobenlinie des kleineren Exemplars; 3 m. vergr. (*nicht 2 m. wie auf der Tafel verzeichnet ist*).

Fig. 3. Gen. et sp. indet. (Parapronorites Mojsisovicsi?). S. 20.

Nat. Gr. Artinsk-Stufe. Ssimsk. (Sammlung d. Geol. Com.).

Fig. 4. Parapronorites latus n. sp. S. 18.

Artinsk-Stufe. Ssimsk. (Sammlung d. Geol. Com.).

4 *a.* Natürliche Grösse. — 4 *b*. Querschnitt des Umganges, theils durch Punktirung restaurirt.

Fig. 5. Parapronorites tenuis n. sp. S. 17

Artinsk-Stufe. Ssimsk-Hütte. (Sammlung d. Geol. Com.).

5 *a.* Natürliche Grösse. — 5 *b*. Lobenlinie eines anderen Exemplars; 2 m. vergr.

Fig. 6. Medlicottia sp. indet. S. 36.

Artinsk-Stufe. Ssimsk-Hütte. (Sammlung d. Geol. Com.).

6 *a.* Natürliche Grösse. Mit *S*-förmigen Rippchen. — 6 *b*. Nat. Gr. Mit aufgedeckten Lobenlinien.

Fig. 7. Propinacoceras Sakmarae Karp. S. 38.

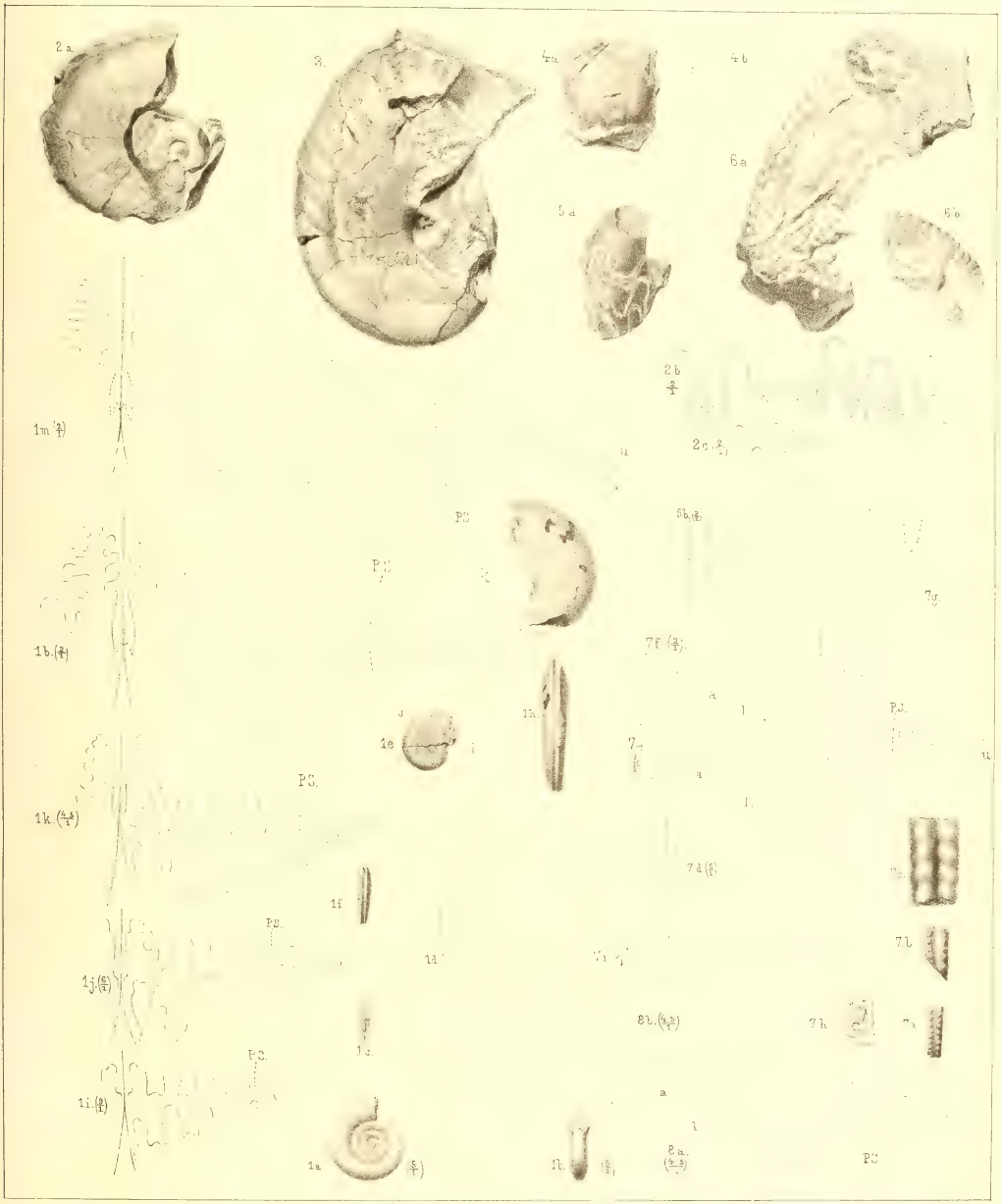
Artinsk-Stufe. Ssakmara bei Kundrowka. (Sammlung d. Geol. Com.).

7 *a, b, c.* Ein Theil der Siphonalseite von verschiedenen Exemplaren. Natürliche Grösse.
7 *d, e.* Lobenlinien; 5 m. vergr. Theiles durch Punktirung restaurirt. *U* — Umbo. *PS* — Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges.
7 *f.* Lobenlinie; 2 m. vergr. Durch Punktirung — restaurirt.
7 *g.* Querschnitt des äusseren Theils des Umganges des grossen Exemplars. Theils restaurirt. (Punktirung).
7 *h.* Wahrscheinlich ein junges Exemplar von *Prop. Sakmarae*. Natürliche Grösse.
7 *i.* Lobenlinie bei 2 Mm. der Windungshöhe; 15 m. vergrössert.

Fig. 8. Propinacoceras Darwasi n. sp. S. 41.

Darwas in Buchara. (Pr. Romanowsky's Samml.).

8 *a.* Lobenlinie, theils durch Punktirung restaurirt; $4^1/_2$ m. vergrössert. *PS* — Projectionsspirale des vorhergehenden Umganges. — 8 *b*. Idem.



Gez. v. J. Koch.

Lith. Druck v. R. Koch, Mas. Ostr. I Lin. N°44 St Petersburg.

Tafel III.

Fig. 1. Paralegoceras Tschernyschewi n. sp. S. 62.

Artinsk-Stufe. Ui-Teljak. (Sammlung d. Geol. Com.).

1 a. Natürliche Grösse. *Die Zuspitzung der Basis der Loben ist an den inneren Umgängen aus Versehen nicht angezeigt worden.*

1 *b.* Durchschnitt der hinteren Hälfte des letzteren Umganges. Natürliche Grösse.

1 *c.* Lobenlinie. Natürliche Grösse. *U* — Nabelwand.

Fig. 2. Gastrioceras sp. indet. S. 54.

Artinsk-Stufe. Ssakmara bei Kundrowka. (Mus. des Berg-Inst.).

2 *a.* Natürliche Grösse. Steinkern. Ein Theil der Wohnkammer und des vorletzten Umganges.

2 *b.* Querschnitt dieser Umgänge.

2 *c.* Lobenlinie auf dem vorletzt. Umgang; 2 m. vergr. (Siehe S. 55, Fig. 29, II). *U* — Nabelwand.

Fig. 3. Gastrioceras Suessi n. sp. S. 52.

Artinsk-Stufe.

3 *a.* Natürliche Grösse. Uj — Teljak. (Sammlung des Geol. Com.).

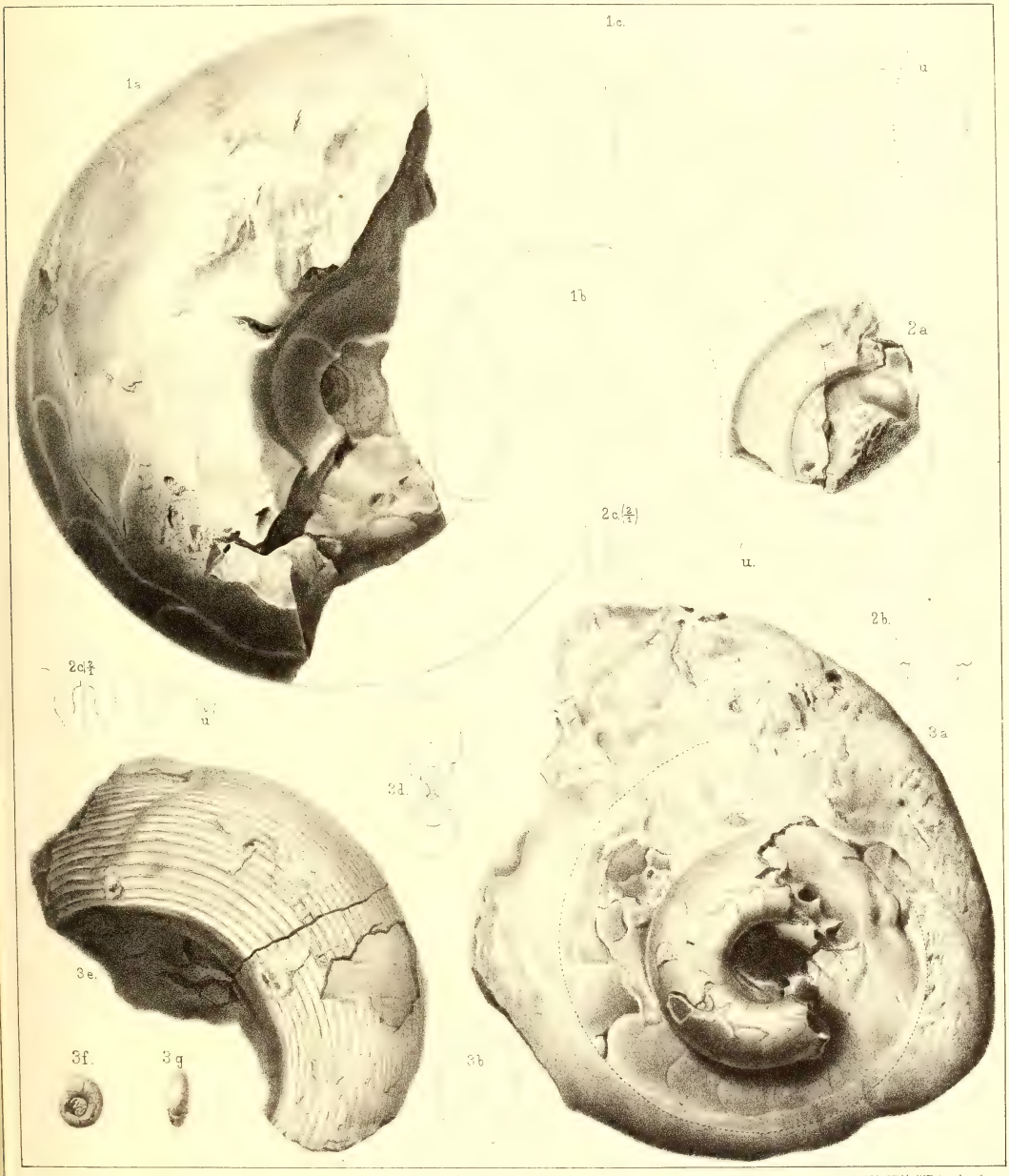
3 *b.* Durchschnitt der in Fig. 3 *a* abgebildeten Umgänge.

3 *c.* Lobenlinie des Exemplars Fig. 3 *a*. Natürliche Grösse. *Aus Versehen (links auf der Tafel) unter 2 e* ($^2/_1$) *dargestellt. U* — Umbonalwand. Vergl. Fig. 29 (I), Seite 55.

3 *d.* Durchschnitt eines Exemplars von Kaschkobasch (Umgeg. der Artinsk-Hütte); nat. Grösse.

3 *e.* Natürliche Grösse. Sypia. (Sammlung des Geol. Com.).

3 *f, g.* Natürliche Grösse. Gr. Ik. (Sammlung des Geol. Com.).



Gez. v. J. Koch.

Lith. Druck v. R. Koch, Was. Ostr. 1 Lin. № 44. St. Petersburg.

Tafel IV.

Fig. 1. Gastrioceras Fedorowi n. sp. S. 56.

Artinsk-Stufe. Petschora, unterhalb der Mündung der Unja. (Mus. des Berg-Inst.).

1 *a*. Steinkern des Wohnkammer-Exemplars. Natürliche Grösse.
1 *b*. Exemplar Fig. 1 *a* von oben gesehen.
1 *c*, *d*. Wohnkammer-Exemplar. (Steinkern). Natürliche Grösse.
1 *e*. Wohnkammer-Exemplar. (Steinkern). Natürliche Grösse.
1 *f*. Exemplar ohne Einschnürungen. Natürliche Grösse.
1 *g*. Querschnitt eines Exemplars. Natürliche Grösse.
1 *h*, *i*. Kleines Steinkern-Exemplar. Natürliche Grösse.
1 *j*. Längs- oder Spiralrippchen und Querstreifen auf der Siphonalseite des Gehäuses bei einer Windungshöhe von 13 Mm.; 8 m. vergr.
1 *k*. Idem; $1^1/_2$ m. vergr.
1 *l*. Spiralrippchen und Querstreifen auf den Lateralseiten der Umgänge bei einer Höhe von 13 Mm.; 8 m. vergr.
1 *m*. Sculptur auf der Siphonalseite bei einer Windungshöhe von 9,5 Mm.; 2 m. vergr.
1 *n*. Lobenlinien des Exemplars Fig. 1 *h*, *i*; 4 m. vergr.
1 *o*. Lobenlinien; 4 m. vergr. *U* — Umbonalwand.
1 *p*. Lobenlinien; 2 m. vergrössert. *U* — Nabelwand.

Fig. 2. Gastrioceras Marianum Vern. S. 49.

Oberer Kohlenkalkstein. Schartymka am Ostabhange des S. Ural. (Mus. des Berg-Inst.).

2 *a*, *b*. Natürliche Grösse.
2 *c*. Lobenlinie des jungen Exemplars; $7^1/_2$ m. vergrössert. *U* — Umbonalwand.

Fig. 3. Thalassoceras Gemmellaroi n. sp. S. 80.

Artinsk-Stufe. Kaschkobasch. (Umg. d. Artinsk-Hütte). (Mus. des Berg-Inst.).

3 *a*, *b*. Natürliche Grösse.
3 *c*. Lobenlinie am vorderen Theile des letzten Umganges des Exemplars Fig. 3 *a*, *b*; 4 m. vergr.
3 *d*. Lobenlinie auf dem hinteren Theile des letzten Umg. des Exempl. Fig. 3 *a*, *b*; 4 m. vergr.

Fig. 4. *a*, *e*. **Agathiceras uralicum** Karp. S. 64.

Artinsk-Stufe. Ssakmara bei Kundrowka. (Mus. des Berg-Inst.).

4 *a*. Wohnkammer-Exemplar. Natürliche Grösse.
4 *e*. Lobenlinie; $2^1/_2$ m. vergrössert.

Fig. 4. *b*, *c*, *d*. **Agathiceras cf. uralicum** Karp. S. 64.

Oberer Kohlenkalkstein. Fl. Ssim. Nat. Gr. (Sammlung d. Geol. Com.).

Fig. 5. Gastrioceras Nikitini n. sp. S. 55.

Artinsk-Stufe. Ssimsk-Hütte. (Sammlung d. Geol. Com.)

5 *a*. Natürliche Grösse. — 5 *b*. Natürliche Grösse.
5 *c*. Sculptur auf der Nabelwand des Exemplars Fig. 5 *b*; vergrössert.

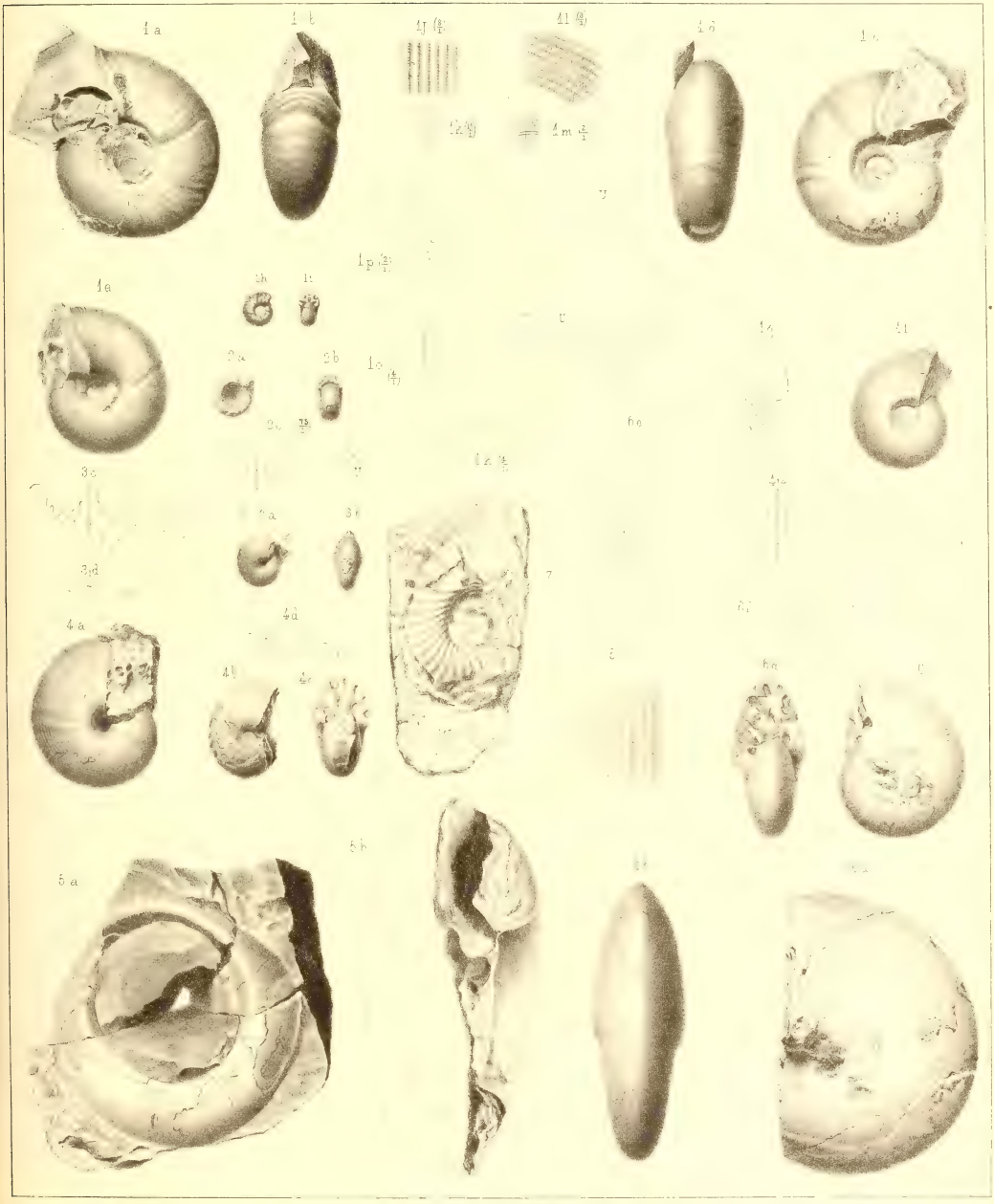
Fig. 6. Glyphioceras Inostranzewi n. sp. S. 60.

Oberer Kohlenkalkstein. Schartymka am Ostabhange des S.-Urals. (Geol. Kabinet d. St. Petersb. Univers.).

6 *a*, *b*. Grösstes Exemplar. Natürliche Grösse.
6 *c*, *d*. Exemplar mit erhaltener Schale. Natürliche Grösse.
6 *e*. Querschnitt. *Der Nabel, dessen Durchschnitt bei diesem Exemplare nur 5 Mm. erreicht, ist in der Fig. e breiter angegeben worden.*
6 *f*. Lobenlinien des Exemplars Fig. 6 *a*, *b*.

Fig. 7. Paraceltites (?) sp. indet. S. 82.

Artinsk-Stufe, Ssimsk-Hütte. Nat. Gr.



Gez. v. J. Koch. Lith. Druck v. R. Koch, Was. Ostr. 1. Lin. № 44. St. Petersburg.

Tafel V.

Fig. 1. Popanoceras Lahuseni n. sp. S. 67.

Artinsk Stufe. Ssakmara bei Kundrowka. (Mus. des Berg-Inst.).

1 *a,b.* Wohnkammer-Exemplar. Steinkern mit einem Schalenstück auf der Siphonalseite. (In Fig. nicht zu sehen). Natürliche Grösse.
1 *c.* Durchschnitt eines anderen Exemplars. Natürliche Grösse.
1 *d.* (*Aus Versehen als 3 g bezeichnet*). Skulptur auf der Siphonalseite des Exempl. Fig. 1 *a, b.* Natürliche Grösse.
1 *e,f.* Kleines Exemplar. Steinkern. Natürliche Grösse.
1 *g.* Lobenlinien von dem vorletzten Umgange des Exemplars Fig. 1 *c*; $2^1/_2$ m. vergrössert (*nicht 4 m.* ($^4/_1$), *wie auf der Tafel verzeichnet ist*).
1 *h.* Lobenlinie des Exemplars Fig. 1 *c*; bei einer Windungshöhe von 4 Mm.; vergrössert.

Fig. 2. *a, b, c.* **Popanoceras Lahuseni (?).** S. 69.

Nat. Gr. Artinsk-Stufe. Ssimsk. (Sammlung d. Geol. Com.).

Fig. 3. Popanoceras Lahuseni (?). S. 69.

Artinsk-Stufe. Ssakmara bei Kundrowka. (Mus. des Berg-Inst.).

3 *a.* Natürliche Grösse. — 3 *b,c.* Natürliche Grösse. — 3 *d.* Natürliche Grösse.

Fig. 4. Agathiceras Stuckenbergi n. sp. S. 65.

Artinsk-Stufe. Koswa. (Sammlung d. Geol. Com.).

4 *a,b.* Natürliche Grösse. — 4 *c.* Sculptur; 7 m. vergrössert.
4 *d.* Restaur. Querschnitt. Natürliche Grösse.
4 *e.* Lobenlinie; 7 m. vergrössert. *U* — Umbonalwand.

Fig. 5. Popanoceras sp. indet. (cf. Parkeri Heilprin). S. 75.

Artinsk-Stufe. Fl. Oka, unweit des Dorfes Suchanowa (Sammlung d. Geol. Com.).

5 *a,b.* Natürliche Grösse.
5 *c.* Lobenlinien; 2 m. vergrössert.

Fig. 6 (*a, b*). **Popanoceras Romanowskyi** n. sp. S. 77.

Lobenlinien; 4 m. vergr. Darwas in Buchara (Romanowsky's Sammlung).

Fig. 7. Agathiceras Krotowi n. sp. S. 66.

Artinsk-Stufe. Tschussowaja unterhalb des Kl. Waschkur. (Sammlung d. Geol. Com.).

7 *a,b.* Natürliche Grösse. — 7 *c.* Lobenlinie; 6 m. vergrössert.

Fig. 8. Popanoceras Kingianum Vern. S. 70.

Artinsk-Stufe. Umg. d. Artinsk-Hütte (Kaschkobasch). (Museum d. Berg-Inst.).

8 *a.* Natürliche Grösse. — 8 *b.* Lobenlinie bei einer Windungshöhe von 4 Mm.
8 *c.* Lobenlinie bei einer Windungshöhe von 4,5 Mm.
8 *d.* Lobenlinie bei einer Windungshöhe von 5 Mm.

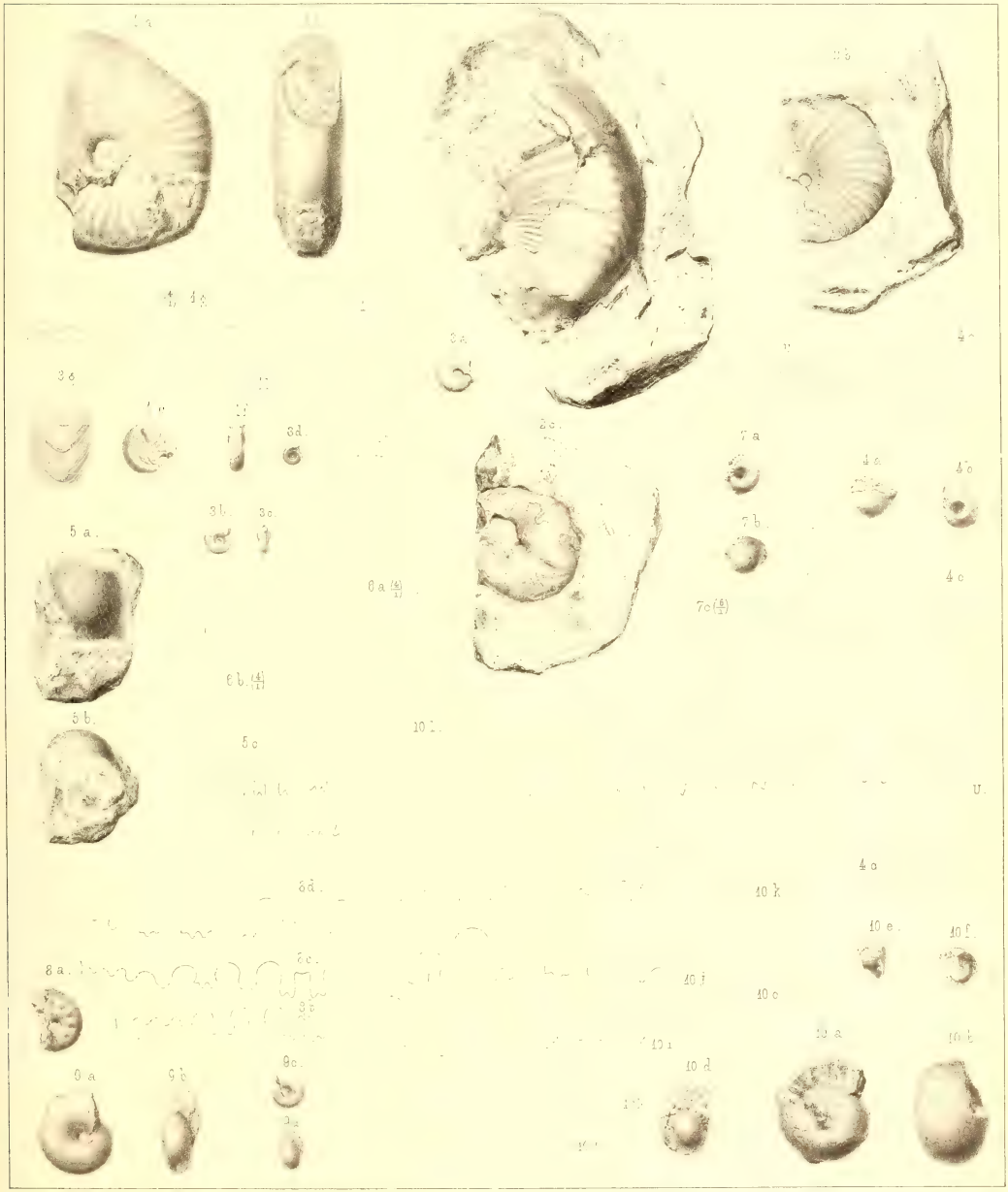
Fig. 9. (*a, b*) (*c, d*) **Popanoceras sp. indet. (cf. Jazwae** Krot.). S. 76.

Artinsk-Stufe. Uswa. (Sammlung d. Geol. Com.).

Fig. 10. Popanoceras Krasnopolskyi n. sp. S. 73.

Artinsk-Stufe, Tschussowaja unterhalb des Kl. Waschkur. (Sammlung d. Geol. Com.).

10 *a,b.* Grösstes Exemplar. Steinkern. Natürliche Grösse. — 10 *c.* Durchschnitt des letzten Umganges.
10 *d.* Natürliche Grösse. — 10 *e,f.* Natürliche Grösse.
10 *g—l.* Lobenlinien; 8 m. vergrössert. *U* (Fig. 10 *l*) — Umbonalwand.



Gez. v. R. Koch.

Lith. Druck v. R. Koch, Was. Ostr. 1 Lin. N° 44. St. Petersburg.

A 5262
S 32

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 3.

WISSENSCHAFTLICHE RESULTATE

DER

VON DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZUR ERFORSCHUNG

DES JANALANDES UND DER NEUSIBIRISCHEN INSELN

IN DEN JAHREN 1885 UND 1886 AUSGESANDTEN EXPEDITION.

ABTHEILUNG I:

Die paläozoischen Versteinerungen der Neusibirischen Insel Kotelny.

VON

Baron Eduard v. Toll.

Mit 5 Tafeln.

(*Lu le 1 novembre 1888.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 2 Rbl. 30 Kop. = 5 Mark. 75 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 3.

WISSENSCHAFTLICHE RESULTATE

DER

VON DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZUR ERFORSCHUNG

DES JANALANDES UND DER NEUSIBIRISCHEN INSELN

IN DEN JAHREN 1885 UND 1886 AUSGESANDTEN EXPEDITION.

ABTHEILUNG I:

Die paläozoischen Versteinerungen der Neusibirischen Insel Kotelny.

VON

Baron Eduard v. Toll.

Mit 5 Tafeln.

(*Lu le 1 novembre 1888.*)

209578
AUG 27 1891

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
Eggers et Cie et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 2 Roub. 30 Cop. = 5 Mrk. 75 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Novembre, 1889. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Dem Meister Sibirischer Forschung

Alexander von Middendorff

in tiefster Verehrung und Dankbarkeit
gewidmet.

VORWORT.

Die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften hatte in den Jahren 1885 und 1886 unter Leitung des Herrn Doctor Alexander Bunge, den ich als Gehülfe zu begleiten das Glück hatte, eine Expedition in das Jana-Land und auf die Neusibirischen Inseln entsandt.

Ziel und Zweck derselben sind von Herrn Akademiker L. von Schrenck unter historischer Begründung des hohen Interesses, welches die Akademie der Wissenschaften gerade an diesen unerforschten Gegenden nehmen musste, klar gestellt[1]).

Die Schilderung des Ganges unserer Reise und der Umstände, unter welchen wir den uns gestellten Aufgaben gerecht zu werden strebten, bildet nebst einer kurzen Uebersicht der gewonnenen Resultate den Inhalt unserer vorläufigen «Berichte»[2]).

Für diejenigen Leser, denen dieselben nicht zugänglich gewesen sind, gebe ich an dieser Stelle in gedrängter Kürze einen Ueberblick über den Verlauf der Expedition, welchem ich zum besseren Verständniss einige Worte über ihre Entstehung vorausschicken muss.

Die Angaben der Entdecker und ersten Besucher der Neusibirischen Inseln[3]) über den unermesslichen Reichthum an Mammuthelfenbein waren für die sibirischen Fangmänner (Promyschlenniks) so verlockend gewesen, dass seitdem bis jetzt fast alljährlich auf die südlichste derselben, die Grosse Ljachow-Insel, nicht selten aber auch auf die nördlicheren, Kotelny, Fadejew und Neusibirien, von den Bewohnern des gegenüberliegenden Festlandes Fahrten unternommen wurden, um die Schätze des eisigen Bodens zu heben. Mit äusserst geringem Proviant versorgt, auf günstige Gänse- und Renthierjagd rechnend, ziehen sie im Frühjahr

1) «Zur Vorgeschichte der Expedition». Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angrenzenden Länder Asiens, III. Folge, Band III, 1887.

2) «Berichte der Reisenden». Ebendort.

3) cf. v. Schrenck: «Zur Vorgeschichte etc.», p. 5—34.

mit Renthier- oder Hundeschlitten über das Eis dorthin und kehren im Herbste, sobald die während des Sommers aufgebrochene Eisdecke die nöthige Festigkeit erlangt hat, zurück, wobei sie oft den grössten Gefahren ausgesetzt sind, ja sogar ein unglückliches Ende nehmen, wenn sie durch Hunger getrieben die Rückreise zu früh anzutreten gezwungen sind.

Nicht minder musste den Naturforscher die Bekanntschaft mit diesen sagenhaften Inseln reizen, die, wie es hiess, aus «Eis und Knochen» beständen, auf denen an den «Holzbergen» Neusibiriens, jenen vermeintlichen Treibholzanhäufungen von über 100′ Höhe, man ein Maass für die Niveauschwankungen des sibirischen Eismeeres zu finden glauben konnte; die noch von keinem wissenschaftlichen Beobachter betreten und in Bezug auf ihre physikalischen und biologischen Eigenschaften noch völlig ununtersucht geblieben waren.

Die Expedition, welche in den Jahren 1821, 1822 und 1823 im Auftrage der Kaiserlichen Regierung unter dem Befehle des Marine-Lieutenant Anjou eine Reihe höchst beschwerlicher Fahrten zur Entdeckung eines Landes im Norden der Neusibirischen Inseln unternahm und der wir die erste auf astronomische Beobachtungen gestützte, kartographische Aufnahme der Inseln verdanken, konnte die naturhistorische Kenntniss derselben nicht wesentlich bereichern, da sie nur in den Monaten März bis Mai, also im Winter, an den Küsten der Inseln thätig war und auch zu ihrem Personal kein naturwissenschaftlich gebildeter Fachmann gehörte. Der Einzige, der auf den Inseln Kotelny (1811) und Neusibirien (1809), einen Sommer verbracht hat, ist der Entdecker der Insel Neusibirien (1806), der intelligenteste und hervorragendste aller Promyschlenniks, der schlichte Kleinbürger der Stadt Jakutsk, Jacob Sannikow. Seine mit frischem Geiste gemachten Beobachtungen bilden den wichtigsten Theil der von Hedenström in seinen «Otrywki o Sibiri» gemachten Mittheilungen über diese Inselgruppe. Sie vermochten zwar das Interesse für diese im höchsten Grade zu erwecken, konnten aber natürlich keine wissenschaftlichen Fragen beantworten. Seine mit scharfem Auge gemachte Entdeckung eines Landes im Norden von Neusibirien haben vor Kurzem erst, nach 72 Jahren De Long und seine Unglücksgefährten auf's Glänzendste bestätigt. Hervorragende Beobachtungen über die Natur der Neusibirischen Inseln aber konnten von ihnen bei ihrem flüchtigen Rückzug über dieselben natürlich nicht erwartet werden.

Eine wissenschaftliche Erforschung der Neusibirischen Inseln war daher von der Akademie der Wissenschaften schon lange in's Auge gefasst. Eine Reihe der wichtigsten Fragen, besonders auf dem Gebiete unserer Erdgeschichte, harrte hier ihrer Lösung. Die unüberwindlichen Schwierigkeiten aber, welche einem längeren, und zwar einem Sommeraufenthalt für einen Europäer auf diesen unbewohnbaren Inseln entgegen zu treten schienen, hatten bisher die Ausführung einer solchen Expedition nicht aufkommen lassen. Erst im Jahre 1883 bot die internationale Polarstation in Sagastyr im Lena-Delta die Veranlassung zu einer energischen Inangriffnahme dieses Planes. Im Personal dieser Station, die bekanntlich unter Leitung des Herrn Stabscapitain N. Jürgens stand, befand sich als Arzt, Natur-

forscher und zweiter Beobachter Herr Dr. Alexander Bunge. Durch seine Erfahrungen, welche durch die Erkundigungen des damaligen Vicegouverneurs von Jakutsk, Herrn W. Priklonski, wesentlich unterstützt und bereichert wurden, war die Akademie bald von der Möglichkeit einer Sommer-Expedition auf die Neusibirischen Inseln überzeugt.

Dank dem geneigten Interesse des Präsidenten der Akademie, Seiner Hohen Excellenz Graf D. Tolstoi und des Staatssecretairs N. Bunge, damals Minister der Finanzen, welche von Allerhöchster Seite die Mittel zur Bestreitung der Kosten aus den Summen des Reiches zu erwirken vermochten, konnte nun die Akademie, nachdem sie Herrn Dr. Bunge die Leitung der Expedition übertragen und mich zu dessen Gehülfen ernannt hatte, zur Verwirklichung des lange gehegten Planes schreiten.

Zu dem Zwecke wurde eine Commission aus fünf Mitgliedern der Akademie, den Herrn K. Maximowitsch, Fr. Schmidt, L. v. Schrenck, A. Strauch und H. Wild, erwählt, welche unter dem Vorsitze des Herrn L. v. Schrenck die Instructionen den Reisenden ausarbeiteten.

Beim Entwurf eines Reiseplanes musste die Hauptschwierigkeit, welche sich der Fahrt auf die Inseln in den Weg stellte, am meisten Berücksichtigung finden. Diese bestand in der Beschaffung der nöthigen Transportmittel für einen ausreichenden Proviantvorrath während des Aufenthaltes auf den Inseln, dessen Dauer von unvorhergesehenen Umständen abhängend, vielleicht eine längere und dadurch für die Expedition eine verhängnissvolle werden konnte. Als einzig zweckdienliches Transportmittel aber konnten nur Hundeschlitten zur Verwendung gelangen. Abgesehen von den ungleich grösseren Kosten, welche ein etwa bei der Stadt Jakutsk zu bewerkstelligender Bau eines Schiffes verursacht hätte, wäre auch ein solcher Plan zu verwerfen gewesen, da die Eisverhältnisse des Meeres die Landung eines Schiffes an jenen Inseln unmöglich machen. Ausserdem würde für den Fall einer Ueberwinterung ein Schiff in die schwierige Lage kommen, keinen Hafen an den Küsten der Inseln auffinden zu können. So sehr sich auch eine Expedition bei einer Reise auf Hundeschlitten in Allem einschränken muss, was besonders für den wissenschaftlichen Apparat zu bedauern ist, so blieb für diesen Fall kein anderer Ausweg übrig. Eine genügende Anzahl gut bespannter Narten (= Schlitten) und ein dem entsprechendes Quantum an Futter, der sogenannten Jukkola d. i. getrockneter, leicht geräucherter Fisch, für die Hunde, waren somit das erste Erforderniss für einen erfolgreichen Ausgang der Expedition. Um die Vorbereitungen mit voller Umsicht betreiben zu können, wurde der Expedition ein Zeitraum von zwei Jahren zugemessen, weshalb uns für das Jahr 1885, in welchem wir allmählig nach Norden vordringen sollten, ausser den Vorbereitungen für die Ueberfahrt auf die Inseln, eine wissenschaftliche Recognoscirung der Jana und ihrer Nebenflüsse zur Aufgabe gestellt war.

Ende December 1884 traf Herr Dr. Bunge nach Aufhebung der Lena-Mündungsstation in Irkutsk zum Zweck der Ausrüstung der Expedition ein. Hier vereinigte ich

mich, von St. Petersburg kommend, mit meinem Chef. Im Februar 1885 reisten wir nach Jakutsk, wo Herr Dr. Bunge bald alle Vorbereitungen zur nordischen Reise getroffen hatte.

Hierbei muss ich mit Dankbarkeit des leider zu früh dahingeschiedenen Gouverneurs von Jakutsk, General-Major G. Tschernjajew's gedenken, welcher mit wahrhaft väterlichem Wohlwollen mit Rath und That der Expedition zu Hülfe kam. Im April verliessen wir Jakutsk und einen Monat später begann unsere Thätigkeit innerhalb des Polarkreises, von Werchojansk aus. Während des Sommers wurden von Herrn Dr. Bunge ein Theil der Adytscha, des grössten Nebenflusses der Jana, von mir die Nebenflüsse Dulgulach und Bytantai zu Pferde verfolgt. Im August erreichten wir zu Boot den nördlichsten von Russen bewohnten Punkt an der Jana, das Kirchdorf Kasatschje unter 70° 50′ n. Br., wo wir den Winter zuzubringen hatten. Vorher wurde noch von Herrn Dr. Bunge eine Tour zur Jana-Mündung und von mir eine durch die Tundra an der Borchaja-Bucht des Eismeeres vorüber nach Bulun zur Lena unternommen. Im October kehrte ich mit Herrn Dr. Bunge, welcher zum Empfang des unterdessen die Lena hinabgeschifften Proviantes nachgereist war, von dort zur Jana nach Kasatschje zurück. Während der Polarnacht machte Herr Dr. Bunge noch eine Fahrt zum Eismeer, zum Punkte Aidschergaidach beim Swjatoi-Noss, wo ein Depot unseres Proviantes niedergelegt wurde. Ich nahm den Fundort eines Mammuthkadavers am Flüsschen Borüräch in Augenschein, dessen Lagerungsverhältnisse ich später während eines sechswöchentlichen Aufenthaltes, vom 28. Febr. (12. März) bis zum 9./21. April, durch Ausgraben der wenigen erhaltenen Reste und Anlegen eines Schachtes im Liegenden der Mammuth führenden Schicht, kennen lernte.

Im April 1886 waren alle Vorbereitungen zur Ueberfahrt auf die Inseln getroffen. Nachdem der erste Transport auf die Inseln gesandt und die Führer desselben glücklich zurückgekehrt waren, brach ich zunächst mit 2 Schlitten voraus von dem Punkte Aidshergaidach aus auf die Grosse Ljachow-Insel auf. Nach wenigen Tagen folgte Herr Dr. Bunge mit den 12 Schlitten nach.

Auf Grund der unterdessen von mir vorgenommenen Untersuchung der Insel ergab sich die Nothwendigkeit einer Theilung der Expedition. Da die Grosse Ljachow-Insel ganz besonders reich an quartären Ablagerungen, also auch an fossilen Säugethierresten ist, während die Insel Kotelny, auf welcher wir nach dem ursprünglichen Plane beide gemeinsam den Sommer verbringen sollten, hauptsächlich aus älterem, felsigem Boden besteht, so war es durchaus erwünscht beide Inseln zu durchforschen, um den gestellten Anforderungen gerecht zu werden.

Im Sommer konnte von einer Verbindung zwischen den beiden Inseln über die dann zertrümmerte und von den Wogen hin und her getriebene Eisdecke nicht die Rede sein und daher entschied sich Herr Dr. Bunge dahin, die Grosse Ljachow-Insel zu seinem Arbeitsfelde zu wählen, mir die Insel Kotelny zur Untersuchung überlassend. Zunächst aber zogen wir zusammen weiter nach Norden. Auf der Insel Kotelny am 4./16. Mai angelangt, trennten

wir uns wenige Tage darauf für 6 Monate. Herr Dr. Bunge bereiste die Ostküste der Insel Kotelny, war aber bald durch Holzmangel und Erschöpfung der Hunde gezwungen, den Rückweg zur Grossen Ljachow-Insel anzutreten, wo ich mit ihm erst am 25. October (6. November) glücklich zusammentraf. Dort hatte Herr Dr. Bunge trotz sehr schwieriger Verhältnisse, da die zu den Sommerreisen nothwendigen Renthiere durch ein Missverständniss alle zu mir gelangt waren und er sich nur zu Fuss fortbewegen konnte, reiche Sammlungen, besonders an fossilen Säugethierknochen erbeutet. Ich vollbrachte vor dem Beginne des Sommers, bis zum 31. Mai (11. Juni), eine Reise über die Fadejew-Insel zu den «Holzbergen» und dem Nordcap der Insel Neusibirien auf Hundeschlitten über das noch feste Eis. Auf die Insel Kotelny zurückgekehrt, unternahm ich eine 43-tägige Tour rund um die Insel, deren Nordspitze unter 76° 1′ 2″ liegt. Mit dem Eintritt des Winters, der in den ersten Tagen des September erfolgte, und zwar nach einem Sommer, welcher fast ebenso wie auf der Grossen Ljachow-Insel (+ 1,6° C.), eine Durchschnittstemperatur von + 1,4° C. besass, war ich an mein selbsterbautes Winterhaus an der Westküste bei der Mündung des Urassalach gebunden und wartete hier das Festwerden des Eises ab, um sobald als möglich den Rückweg anzutreten.

Am 20. October (1. November) verliess ich die Insel Kotelny und gelangte Dank der vorzüglichen Führung unserer für die Expedition geworbenen Promyschlenniks, besonders des Tungusen Wassili Djakonow, trotz noch offener Stellen im Eise und trotz äusserster Schneestürme, die mich auf der Grossen Ljachow-Insel und auf dem Festlande, in der Tundra beim Swjatoi-Noss, erfassten, am 5./17. November wohlbehalten in Kasatschje wieder an. Herr Dr. Bunge traf 2 Tage später ebenfalls in bester Gesundheit ein, doch nach höchst erschöpfender Ueberfahrt über die mit lockerem Schnee bedeckten Packeisfelder zwischen der Grossen Ljachow-Insel und dem Festlande. Diese machten ihm weit mehr zu schaffen als mir, da er den schweren Transport der Sammlungen begleitete, während ich die letzte Strecke auf zwei leichten Renthiernarten allein mit einem Tungusen vorausgeeilt war. Am 16./28. Januar 1887 erreichte ich St. Petersburg und konnte meine Neusibirischen Sammlungen, nach einem c. 12000 Werst langen Wege, wovon 8000 Werst Schlittenfahrt, glücklicher Weise unbeschädigt der Akademie übergeben. Zwei Monate später langte Herr Dr. Bunge nach 5-jährigem Aufenthalt in den Polargegenden Sibiriens ebenfalls in der Hauptstadt an.

Mit der vorliegenden Abhandlung soll die Veröffentlichung der wissenschaftlichen Resultate, und zwar der geologischen Beobachtungen, ihren Anfang nehmen.

Das Thema zu diesem ersten Abschnitt bilden die im Sommer 1886 gesammelten paläozoischen Versteinerungen der Neusibirischen Insel Kotelny.

Als Fortsetzung sollen demnächst die Beschreibung der mesozoischen Ablagerungen sowohl der Insel Kotelny als des Jana-Landes, dann die tertiären Bildungen Neusibiriens, der sogenannten «Holzberge», endlich die geognostischen Beobachtungen über das Quartär mit

seinem «Eisboden» und «Mammuthlagern» sich hieran reihen. Zum Schluss soll bei der allgemeinen geognostischen Uebersicht eine kartographische Darstellung dem Ganzen beigegeben werden.

Es ist zu bedauern, dass von der gesammten wissenschaftlichen Ausbeute der Expedition nur ein Theil im Zusammenhange unter dem gemeinsamen Titel dieses Werkes zur Veröffentlichung gelangt, besonders da von hervorragenden Autoren die freundliche Zusage ihrer Mitarbeiterschaft erfolgt war. Rücksichten mancher Art verursachten eine Zerstückelung der Einzelbearbeitungen des Materials.

Bisher sind folgende Bearbeitungen des gewonnenen wissenschaftlichen Materials erschienen:

1) Die Meteorologischen Beobachtungen, nach den Originalnotizen bearbeitet von Herrn R. Bergmann, Physiker am physikal. Central-Observatorium zu St. Petersburg, und zwar:

Meteorologische Beobachtungen im Jana-Gebiet, angestellt von Herrn Dr. A. Bunge[1]).

Meteorologische Beobachtungen auf den Neusibirischen Inseln, angestellt von demselben[2]).

Meteorologische Beobachtungen im Jana-Lande und auf den Neusibirischen Inseln, angestellt von Baron Eduard v. Toll[3]).

2) Die Beschreibung der von Herrn Dr. A. Bunge gesammelten Pflanzen, von der Lena-Mündung, von der Jana und der Grossen Ljachow-Insel zusammen mit den wenigen von mir an den Jana-Quellen (Dulgulach) und auf der Insel Kotelny gefundenen. Es ist das das letzte Werk des soeben im hohen Alter verstorbenen, für die Wissenschaft rastlos thätig gewesenen Prof. emer. Geheimrath E. R. von Trautvetter: Syllabus plantarum Sibiriae boreali-orientalis a Dre. Alex. a Bunge fil. lectarum. Petropoli 1888.

3) In der Arbeit des Herrn Dr. Edmund Mojsisovics von Mojsvár «Ueber einige Arktische Trias-Ammoniten des nördlichen Sibiriens»[4]) ist eine kleine Sammlung von Trias-Ammoniten von der untern Jana, welche auf Veranlassung des Herrn Akademiker Fr. Schmidt vom Verfasser freundlichst zur Bearbeitung übernommen wurde, beschrieben worden.

Ferner hat Herr Prof. J. Schmalhausen in Kiew die Gefälligkeit gehabt die Bestimmung der auf der Insel Neusibirien an den sogenannten «Holzbergen» gesammelten Tertiärpflanzen zu übernehmen.

Der wichtigste Theil der von Herrn Dr. A. Bunge gemachten Sammlungen, die quartären Säugethierknochen der Grossen Ljachow-Insel, dient im Auftrage der Akademie der Wissenschaften Herrn N. Tscherski zu einer umfassenden Untersuchung, deren Ergebnissen mit ganz besonderem Interesse entgegen gesehen werden darf.

---

1) Beiträge z. Kenntn. des Russ. Reiches, III. Folge, Bd. III, 1887, p. 183—229.

2) Ebendort, p. 323—363.

3) Ebendort, p. 363—412.

4) Mém. de l'Acad. Imp. d. sc., VII. S., T. XXXVI, № 5, 1888.

Aus den Zoologischen Sammlungen endlich werden die Lumbriciden von Herrn N. Kulagin in Moskau beschrieben, dessen Arbeit bereits am 24. Mai der Akademie vorgelegt ist. Die Herren Prof. Dr. M. Braun in Rostock und Dr. O. Nordquist in Helsingfors haben sich liebenswürdigst bereit erklärt an der Bearbeitung Theil zu nehmen, indem ersterer die von uns gesammelten Entozoen, letzterer die Crustaceen übernommen hat.

Das von mir auf der Insel Kotelny gewonnene paläozoische Material zerfällt seinem Vorkommen nach hauptsächlich in zwei Gruppen, es sind das einerseits die fast ausschliesslich als Flussgeschiebe gesammelten silurischen Versteinerungen der Dragozennaja, des Flusses, an dem nach den früheren Angaben Ceratiten zu finden gewesen wären[1]), zum geringen Theile auch an der Glubokaja, und andererseits die devonischen Korallen und Brachiopoden, die aus dem mächtigen, zusammenhängenden Profil der Westküste an fünf verschiedenen Punkten und ausserdem an dem Flusse Tschukotskaja entdeckt wurden.

Es ist nur ein bescheidener Beitrag zur Kenntniss paläozoischer Faunen und ihrer Ausbreitung, den das vorliegende Material zu liefern im Stande ist. So klein es aber ist, so ist es doch in mancher Beziehung ein glückliches zu nennen, da wir auf Grundlage der bekannten Arten, die mit Sicherheit bestimmt werden konnten und den grössten Theil der Sammlung ausmachen, die einzelnen Niveaus mit ziemlicher Gewissheit festzustellen vermögen und ferner die hier nachgewiesenen Formen uns nicht nur den Einblick in charakteristische, wohlentwickelte Faunen gewährten, sondern beim Studium mit Hülfe des Mikroskopes das Bild einer Welt niedrigster Organismen erschlossen, deren Existenz bisher in silurischen Ablagerungen nur in Spuren, nicht aber mit wohlerhaltenen äusseren Gebilden bekannt war, ich meine die Foraminiferen, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Um ein Verständniss für die Schwierigkeiten zu eröffnen, unter denen das Material beschafft werden musste, sei mir gestattet hier nur noch der Umstände zu erwähnen, unter denen die einzelnen Fundpunkte untersucht werden konnten.

Am 8./20. Juni fand ich in den Kalkfelsen der Westküste in der Nähe des Jegorow-Stan die ersten Spuren einer Spiriferen führenden Schicht. Damals war hier die Steilküste mit mächtigen Schneelehnen bedeckt. Diese waren auch am 24. Juni (6. Juli) noch, als ich zur Rundreise um die Inseln nach Norden aufbrach, an der Mündung des Urassalach zum geringsten Theil nur abgethaut. An der Dragozennaja fand ich nur einen einzigen Felsen schneefrei, während ringsum und erst recht im Norden und Nordwesten der Insel alle Steilwände unter Schnee (Firn) verborgen lagen. An dem Flusse Tchukotskaja, an der Westküste wieder angelangt, fand ich zwar zugängliche Fossilien führende Entblössungen, konnte dort aber keinen Augenblick länger verweilen als gerade zum Uebersetzen des Flusses nöthig war, da unser

1) Ueber meine vergeblichen Bemühungen den Fundort der Ceratiten zu entdecken vergl. meinen Bericht l. c., p. 288, 301, 302, 316 und 317.

Proviant aufgezehrt und unsere zur Rückfahrt und dem Transport der Sammlungen unentbehrlichen Renthiere dringend der Erholung bedurften, welche wir ihnen nur am Urassalach nach Erreichung unseres Proviantdepots gewähren konnten. Ende August, als ich die Strecke zwischen der Urassalach-Mündung und Jegorow-Stan theils zu Fuss, theils zu Boot nochmals untersuchte, war hier ein grosser Theil des übersommerten Schnees mit herabgeflossenem, schlüpfrigem Lehm überschlemmt, wodurch die Felswände noch unzugänglicher geworden waren und mir bei Verfolgung der einzelnen Schichten nur zu häufig der Faden verloren gehen musste. Im October endlich als ich zur Untersuchung der Küste nördlich von der Urassalach-Mündung eine Fahrt bis zur Nerpelach-Bai unternahm, hatten die Schneestürme hinlänglich Zeit gehabt von neuem mächtige Schneelehnen an die Felswände zusammen zu fegen.

Diese Missgunst der Verhältnisse entschuldigt hoffentlich das Unzulängliche des Materials. Die stratigraphisch und paläontologisch relativ besser untersuchten devonischen Ablagerungen bilden das Thema zum ersten Abschnitt dieser Abhandlung, die Beschreibung der silurischen Versteinerungen bildet den zweiten Abschnitt.

Historischer Vorbemerkungen bedarf es hier nicht, da bisher nichts Sicheres über den geologischen Bau der Insel bekannt war. Die wenigen Angaben Sannikow—Hedenström's, Anjou's und Figurin's sind in dem citirten Bande «der Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches» p. 288—292 von mir zusammengefasst.

Wohl aber ziemt es sich an dieser Stelle jenes bekannten ersten Hinweises auf das Vorhandensein versteinerungsführender Schichten auf der Neusibirischen Insel Kotelny zu gedenken. Es war dieser im Meekoceras (Ceratites) Hedenströmi Keyserl. gegeben, einem, angeblich von der Insel Kotelny stammenden Ceratitenfragment, welches Hedenström dem General Tschewkin persönlich auf dessen Reise in Sibirien übergeben hatte. Durch diesen kam das Stück in die Sammlung des Bergcorps. Schon im Jahre 1842 hatte Prf. Eichwald in d. Bullet. sc. de l'Acad. Vol. IV. p. 113 die erste Mittheilung darüber gemacht. Im Jahre 1848 wurde der Ceratit von A. Graf Keyserling im paläontologischen Theile des grossen Reisewerkes von A. von Middendorff beschrieben und abgebildet (Sibirische Reise B. I. Th. I. p. 244—246, Tab. II. fig. 5, 6, 7), und zwar zusammen mit 3 anderen neuen Ceratiten (C. Middendorffi, C. euomphalus und C. Eichwaldi) vom Olenek, welche A. von Middendorff auf seiner Reise in Jakutsk erworben hatte. Die paläantologische Betrachtung führte Graf Keyserling zu dem Schlusse, dass auf der Insel Kotelny, ebenso wie am Olenek, dem Muschelkalke entsprechende Schichten zu erwarten seien. Es war dadurch von A. von Middendorff der erste Anstoss zu einer Reihe geologischer Forschungen in dem centralen und arctischen Sibirien gegeben, die durch die Bemühungen des Akademiker Fr. Schmidt in's Leben gerufen und durch Czekanowski in so glänzender Weise zur Ausführung gelangten. Die Früchte der Arbeit dieses rastlosen Reisenden haben endlich in würdiger Weise in der Bearbeitung der «arctischen Triasfaunen» von E. von Mojsisovics (Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Peters. VII. S. vol. XXXIII. № 6, 1886) ihren Abschluss gefunden.

Was die von mir benutzte Litteratur betrifft, so war mir dieselbe in Bezug auf das Devon durch die Thatsache vorgezeichnet, dass die Devonfauna der Insel Kotelny mit der Uralischen fast vollkommen identisch ist. Soeben war das umfassende Werk von Herrn Th. Tschernyschew «Die Fauna des mittleren und oberen Devon am Westabhange des Urals» Mém. du Com. Géol. V. III. № 3 1887, erschienen. Dieses diente mir zum vorzüglichsten Leitfaden und zur ausgiebigsten Fundgrube für die einschlägige Litteratur, von welcher ich nur die unentbehrliche Arbeit E. Kayser's «Die Brachiopoden des Mittel- und Oberdevon der Eifel» Z. s. d. G. G. Bd. XXIII, 1871 nicht unerwähnt lassen kann, während ich im Uebrigen auf das vollständige Litteraturverzeichniss im Werke Tschernyschew's verweise. Andererseits war ich durch die Anklänge an das Amerikanische Devon, welche die Neusibirischen Ablagerungen noch mehr als die Uralischen charakterisiren, auf die Paläontologica der Amerikaner gewiesen, von denen ganz besonders James Hall benutzt werden musste.

Bei der Bearbeitung des Silur diente mir hauptsächlich die Arbeit Prof. G. Lindström's «Silurische Korallen aus Nord-Russland und Sibirien». Bihang till. K. Sv. Vet. Akad. Handl. B. 6, № 18 zur Grundlage der Bestimmung der Korallen, die mit denen der mittleren Tunguska (welche das beste Material zu jener Abtheilung lieferten), grösstentheils übereinstimmten. Ferner waren mir mehrere Arbeiten des Herrn Akademiker Fr. Schmidt über silurische Versteinerungen Sibiriens von grösster Wichtigkeit, die bei den einzelnen Beschreibungen weiter unten citirt sind.

Ich komme hier einer angenehmen Pflicht nach, indem ich den Herren, die mir bei der Bearbeitung des vorliegenden Materials mit Rath und Belehrung freundlichst zur Seite standen, meinen innigsten Dank sage.

Vor Allen ist es Herr Akademiker F. Schmidt, dem ich für gütige Anregung und Belehrung, besonders auf dem Gebiete des Silur nicht nur während der Bearbeitung sondern auch schon vor meiner Reise, während meiner Vorbereitung zu derselben, verpflichtet bin. Für meinen Dank ist der Rahmen dieser Zeilen viel zu eng.

Bei Bestimmung der devonischen Versteinerungen hat Herr Th. Tschernyschew mich in der allerliebenswürdigsten Weise an der Hand seiner im Ural gesammelten Erfahrungen zu belehren die grosse Güte gehabt.

I.

Devonische Versteinerungen der Westküste der Insel Kotelny.

Einleitende Bemerkungen.

Die Gestalt der Insel Kotelny, der grössten aus der Gruppe der Neusibirischen Inseln, wird bedingt durch die Anordnung des sie aufbauenden Gebirges.

Ein im Allgemeinen N—S streichendes Kettensystem bildet die nördliche, spitz zulaufende Hälfte der Insel, während ein in seinem Hauptstreichen WNW—ESE gerichteter Faltenzug die südlichere, breitere Hälfte der Insel einnimmt. Das Herantreten einiger steil zum Meere abfallender Einzelfalten, die eine Streichrichtung von ENE—WSW haben, an die Westküste, verursacht dort die leichtgezackte Contour derselben. Es geschieht das ca. vom 74° 50′ n. Br., einige Meilen südlich vom Punkte Jegorow-Stan, bis ca. zum 75° 25′, dem Cap Tschukotski am Eingang der Nerpelach-Bai.

Der höchste Punkt der Insel ist der Malakatyn-Tas, nach Herrn R. Bergmann's mir freundlichst zugestellten Berechnungen im mittleren Annäherungswerthe 385 Meter = 1263′ über dem Meeresniveau. Er gehört dem südlichen Gebirge an, das von seinem Fusse an in sanfter Böschung sich zum Meere neigt und dort (mit der genannten Steilküste) nur in einer Höhe von ca. 15 bis 25 Metern abbricht. Der nördliche Gebirgszug, der mit einem flachen, schmalen Vorlandstreifen endet, erreicht in den von mir bestiegenen Gipfeln keine höhere Ziffer als ca. 100 Meter.

Dieses ganze Gebirgsland besteht aus paläozoischen Gesteinen, welche nur an der Südostküste, in der Zarewa-Bucht, und am Südcap unter triassischen Ablagerungen aus dem Horizonte des Werchojansker *Pseudomonotis*-Schiefers, verschwinden, in der Mulde aber, welche die beiden divergirenden Gebirgszüge zwischen sich fassen, im Thale des Balyktach, Raum für Kohlen führende Bildungen übrig lassen, die wahrscheinlich dem Tertiär angehören. Dem Relief des Bodens entsprechend ist das Quartär in verschiedener Mächtigkeit aufgelagert.

Aus dem Profil der genannten Küstenstrecke zwischen dem 74° 50′ n. Br. und 75° 25′ n. Br. interessiren uns hier nur die Schichten, die mit den devonischen Versteinerungen in

nachweislichem Zusammenhang stehen. Es sind dunkle, graue bis schwärzliche Kalke von zum Theil bituminösem Geruch, die in Platten und Bänken mit thonigen, schieferigen Schichten wechsellagern. An drei Punkten tritt zwischen diesen als Liegendes der Fossilien führenden Sedimente eine Diabasdecke zu Tage.

Südwärts von der Mündung des Jegorow-Stan-Flusses waren folgende Verhältnisse erkenntlich: es folgten sich von unten nach oben:

a Hellgraue bis gelbliche, dünnschieferige, mergelige Kalke mit eingesprengten Schwefelkieskrystallen. Fallen E 2 N unter einem Winkel von 84°, Streichen N—S[1]).

b Eine ca. 20 Meter mächtige Diabasdecke, die auf die darunter liegenden Schichten stark contact-metamorphisch gewirkt hat.

c Dunkelgraue, mehr oder weniger bituminöse, grobkörnige Plattenkalke.

In c richten sich die Schichten je mehr zum Hangenden desto steiler auf und verändern dabei ihr Einfallen mehr nach E, zuletzt wenige Grad nach S. Weiter wird das Profil ganz unzugänglich, nachdem es sich im Detail besonders in c nicht genauer verfolgen liess.

Weiter südwärts jenseit des nächsten Caps fallen dieselben Schichten wie c nach N 75° W unter einem Winkel von 25°. Darunter folgen dieselben Kalke mit einer 0,5 Meter mächtigen, eingelagerten Spiriferenbank, erfüllt von *Spirifer elegans*, *Orthis striatula* u. a. m.

c^3 Plattenkalke verschiedener Mächtigkeit mit *Atrypa aspera*, *Rhynchonella acuminata* var. *platyloba*, Steinkerne von *Productus Hallanus*, *Productus subaculeatus*, u. a. m.

c^2 Mergelige Kalke mit *Spirifer elegans*, *Sp. elegans* var. *novosibirica*.

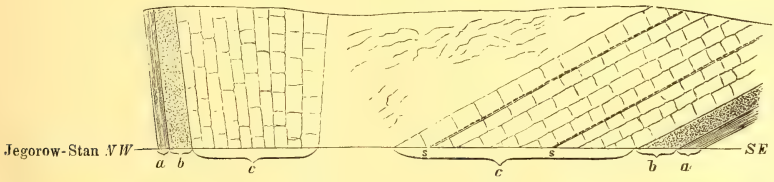
c^1 Bunte, bituminöse Kalke und Kalkthonschiefer.

b Eine Diabasdecke.

a Hellgraue bis gelbliche, dünnschieferige, mergelige Kalke mit eingesprengten Schwefelkieskrystallen.

Dieses Profil ist in dem Holzschnitt Fig. 1 schematisch dargestellt.

Fig. 1.

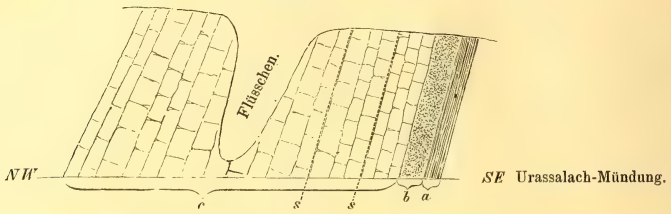


a = hellgraue bis gelbliche, dünnschieferige, mergelige Kalke mit eingesprengten Schwefelkieskrystallen. — *b* = die Diabasdecke. — *c* = Plattenkalke. — *s* = Fossilien führende Schicht.

1) Fallen und Streichen sind hier wie auch später immer observirt.

An einem zweiten Punkte, in den Felsen der Küste bei der Urassalach-Mündung, an dem nördlichen Ufer derselben bis zum nächsten kleinen Flüsschen und über dasselbe hin-

Fig. 2.



a = Contactschiefer. — *b* = Diabasdecke. — *c* = Kalke etc. — *s* = Fossilien führende Schichten.

aus bis zum vorspringenden Cap, liessen sich die Schichten, wie in Fig. 2 schematisch wiedergegeben, verfolgen:

a Hellgraue bis gelbliche, dünnschieferige, mergelige Kalkschichten, nach oben in graugrüne contact-metamorphische Schiefer übergehend.

b Eine ca. 20 Meter mächtige Diabasdecke.

c Bituminöser Kalkthonschiefer.

c^1 Mergeliger Kalk mit *Spirifer hians*, *Camarophoria Tschernyschewi*, *Productus subaculeatus*.

Sie bilden eine Bank von 0,8 Meter Mächtigkeit. In tieferen Schichten desselben Gesteines fanden sich einzelne *Productus Hallanus*.

c^2 Derselbe Kalk ohne Fossilien.

c^3 Derselbe mit einer Zwischenschicht erfüllt von *Spirifer elegans*, *Orthis striatula*.

c^4 Dunkle Plattenkalke.

c^5 Jenseits des Flüsschens dieselben.

Die Schichten sind im Liegenden 75° steil, werden im Hangenden flacher geneigt und fallen nach N 26 W ein.

An zwei Punkten fanden sich also genau dieselben Schichtenfolgen wieder, bei der Urassalach-Mündung und beim Jegorow-Stan. Bei letzterem glaube ich dieselben als die beiden Schenkel einer Mulde auffassen zu dürfen, bei welcher der NW-Schenkel am Rande einer Verwerfung abgesunken ist, obgleich in der nördlichen Schichtenfolge die Fossilien führenden Schichten sich nicht auffinden liessen. Sie konnten aber leicht bei der Schwierigkeit der Verhältnisse übersehen werden.

Im October entdeckte ich noch an zwei Punkten Fossilien führende Horizonte, doch konnte damals von einer Verfolgung der Schichten nicht die Rede sein.

In dem fast krystallinischen Kalk des Caps Tschukotski fanden sich *Spirifer Whitneyi*, *Orthis striatula*, *Streptorhynchus umbraculum*, *St. crenistria*, Schalenfragmente von *Productus*, *Favosites* und unbestimmbare Crinoiden-Reste.

Bei dem anderen Punkte, dem zweiten Cap jenseit der Urassalach-Mündung, welches ich Cap Anjou nenne, konnte in dem petrographisch identischen Gesteine, bituminöser schwarzer Kalk wie am Urassalach und Jegorow-Stan, von Brachiopoden nur *Pentamerus galeatus* und *Atrypa reticularis* nachgewiesen werden, von Korallen aber fanden sich die so charakteristischen *Cyathophyllum caespitosum* Goldf., *Alveolites suborbicularis* Lam. und *Stromatopora*.

Von den am Flusse Tschukotskaja im Fluge gesammeltem Brachiopoden liessen sich des schlechten Erhaltungszustandes wegen nur *Spirifer* conf. *Anossofi*, *Orthis striatula* und *Atrypa reticularis* bestimmen, da in dem Gestein, welches zwar petrographisch mit den übrigen Brachiopoden führenden übereinstimmte, die Einschlüsse zu sehr durch Druck und Risse verändert waren. Ausserdem fanden sich hier freiliegend in gut erhaltenem Zustande: *Cyathophyllum hexagonum* Goldf., *Aulopora serpens* Goldf., *Alveolites suborbicularis* Lam., *Syringopora* sp. und *Stromatopora*.

Aus einem Geschiebe der Urassalach-Mündung stammen die Abdrücke und Kerne des *Spirifer elegans*, var. *novosibirica*, der Abdruck der *Strophalosia productoides* neben *Atrypa reticularis*.

Beschreibung der Arten.

BRACHIOPODA.

Genus **Spirifer** Sowerby.

Spirifer elegans Steininger.

Tab. I, Fig. 1—6.

1853. *Spirifer elegans* Steininger, Geognostische Beschreibung der Eifel, p. 72, Tab. VII, Fig. 2.
— *Spirifer diluvianus* Steininger, ibidem, p. 73, Tab. VII, Fig. 1.
1871. *Spirifer elegans* Kayser, Die Brachiopoden der Eifel, p. 569, Tab. XI, Fig. 2.
1882. *Spirifer elegans* Barrois, Asturies et Galice, p. 248, pl. II, Fig. 10.
1884. *Spirifer elegans* Tschernyschew, Mater. z. Kennt. d. devon. Abl. Russlands, p. 31, Tab. II, Fig. 9.
1887. *Spirifer elegans* Tschernyschew, Fauna des mittleren und oberen Devon etc. p. 65, Tab. IX, Fig. 3—4, 7.

Diese Muschel gehört zu den häufigsten und zugleich charakteristischsten Formen der hier zu beschreibenden Fauna. Auf die Reihe der abgebildeten Formen passt trefflich die von Kayser, l. c. gegebene Charakteristik, mit Ausnahme weniger Abweichungen, die jedoch nicht zur Trennung von dieser Art hinreichen können. Diese bestehen hauptsächlich in einer verschiedenen Längen- und Breitenausdehnung der Muschel, verbunden mit mehr oder weniger stärkerer Entwickelung der spitz zulaufenden Ecken, während Abweichungen von der linearen Form der Area seltener erscheinen, der glatte, faltenlose Sinus und die Depression auf dem Sattel aber durchaus constant bleiben. Die typischen Formen schliessen sich am engsten den Uralischen von Ust-Katawsk und Serpejewka (conf. Tschernyschew, l. c.) an, es sind die in Fig. 1, 2 und 4 abgebildeten, von denen Fig. 1 und 4 die längeren, Fig. 2 die breitere Form darstellen.

Durch die grössere Gestalt, eine schärfere Abgrenzung der Loben, in Folge tieferer Einsenkung des Sinus am Stirnrande und durch bedeutende Verlängerung der scharf abgesetzten, spitz zulaufenden Ecken entfernt sich die in Fig. 3 abgebildete Form soweit von

der typischen, dass sie als besondere Varietät, als varietas *novosibirica* bezeichnet zu werden verdient. Von ihr sind junge Exemplare der nordamerikanischen *Spirifer medialis* Hall, Geol. Survey of New-York: Palaeontology, Vol. IV, Part I, 1862—1866, p. 227, T. 38, Fig. 2, 3 und T. 38*, Fig. 1 nur durch das Fehlen der medianen Depression auf dem Sattel der letzteren zu unterscheiden, während die älteren Individuen sich von der Neusibirischen Varietät des *Spirifer elegans* noch durch die Breite der Area, durch einen grösseren Ventralbuckel und durch eine auf dem Kamm der Rippen verlaufende Längsfurche, sowie endlich durch die grössere Anzahl der Falten, hier 12—15, dort 20—24 auf jedem Lobus, weiter entfernen.

In demselben Verhältniss steht unsere Form zu *Spirifer Martianofi* Stuckenberg[1]), bei welcher jedoch eine Sattel-Depression vorhanden ist.

Wie schwierig *Spirifer Bouchardi* Murch. von *Spirifer elegans* zu unterscheiden ist, darauf hat Herr Tschernyschew in seiner letzten Arbeit (l. c., p. 70) hingewiesen. In Fig. 5 ist eine Varietät des *Spirifer elegans* abgebildet, welche der *Bouchardi* in ihrer Gestalt nahe kommt.

Unter den vielen Kotelny'schen Exemplaren fanden sich einzelne mit bedeutend höherer Area, die dadurch dem *Spirifer subcomprimatus* Tschernyschew ähnlich werden.

Ebenfalls als eine Varietät der Grundform *elegans* scheint mir auch *Spirifer Kayseri* Stuckenberg (l. c., p. 11, Tab. I, Fig. 13) aufgefasst werden zu können. In Fig. 6 ist eine junge Form eines *Spirifer elegans* abgebildet, welche von jener nur durch den geringen Ventralbuckel unterscheidbar ist; die Satteldepression ist an Originalexemplaren von *Spirifer Kayseri* (vielleicht des Erhaltungszustandes wegen) nicht nachweisbar.

Fundorte: Varietas *novosibirica* bei Jegorow-Stan in einem Exemplar, in Steinkernen und Abdrücken massenhaft in einem Geschiebe des Urassalach; die übrigen Variäteten bei Jegorow-Stan und am Urassalach massenhaft.

Spirifer conf. **Anossofi** Murch., Vern., Keys.

1845. *Spirifer Anossofi* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, Vol. II, p. 153, pl. IV, Fig. 3.
1846. *Spirifer Anossofi* Keyserling, Petschora-Land, p. 229.
1858. *Spirifer Anossofi* Pacht., Geognostische Untersuchungen, p. 95.
1858. *Spirifer Hungerfordi* Hall, Geology of Jowa, Vol. I, Part II, p. 501, pl. IV, Fig. 1.
1886. *Spirifer Anossofi* Wenjukoff, Fauna d. devon. Systems etc., p. 79, Tab. IV, Fig. 8—10.
1886. *Spirifer Schmidti* Stuckenberg, Mater. z. Kennt. d. Fauna d. devon. Sibiriens, p. 7, pl. III, Fig. 10—11.
1887. *Spirifer Anossofi* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon etc. p. 62, Tab. IV, Fig. 6, Tab. VIII, Fig. 11—15.

---

1) Mater. z. Kenntn. d. Fauna d. devon. Abl. Sibiriens. Mém. de l'Acad. Imp. d. scienc. VII Sér., T. XXXIV, № 1, 1886.

Es liegen einige unvollständige Exemplare einer Muschel vor, die zwar kein vollständiges Bild dieser, für die Feststellung des Horizontes so wichtigen Form wiedergeben, aber durch die Anordnung der feinen Falten, den gering entwickelten Sinus, durch die mit kleiner, dreieckiger Oeffnung versehene stumpfkantige, gerade Area sich einerseits an *Spirifer Anossofi* anschliessen, andererseits aber durch die eckigen Seitenkanten und die quer verlängerte Form noch mehr *Spirifer Hungerfordi* (l. c., Fig. 1 b, c, d) nahe zu stehen scheinen.

Fundort: Ich fand diese Muschel mit Orthis striatula, Atrypa reticularis und anderen, unbestimmbaren Spiriferen beim Uebergang über den Fluss Tschukotskaja in den senkrecht gestellten Kalkschichten, die das linke Ufer des Flusses bilden. Leider war das Gestein dermaassen zerspalten, dass sich die fossilen Einschlüsse in demselben meist nur in Bruchstücken fanden.

Spirifer hians Buch.

Tab. I, Fig. 7.

1838. *Orthis hians* Buch., Ueber Delthyris oder Spirifer, p. 370, Tab. 24, Fig. 10—12.
1871. *Spirifer hians* Kayser, Brachiopoden der Eifel, p. 589.
1887. *Spirifer hians* Tschernyschew, Fauna des mittl. u. ober. Devon, p. 70, Tab. 8, Fig. 7.
Synonymik s. bei Kayser.

An 16 wohlerhaltenen Exemplaren lässt sich die von Kayser (l. c.) gegebene Charakteristik dieser Form vollkommen wiedererkennen. Auch die Medianfurche ist auf beiden Klappen deutlich nachweisbar oder leicht angedeutet. Die feinen Radialfalten und concentrischen Anwachsstreifen sind zum Theil gut erhalten. Von den Uralischen unterscheiden sie sich noch durch den grösseren Winkel, unter welchem die Areae der beiden Klappen sich schneiden.

Zwei Exemplare maassen:

Länge 4,5 mm., Breite 6 mm., Höhe 4 mm.
» 3,5 » » 5 » » 3 »

Fundort: Urassalach in dem an Versteinerungen reichsten Kalkthonschiefer.

Spirifer Whitneyi Hall.

Tab. I, Fig. 9.

1858. *Spirifer Whitneyi* Hall, Geology of Jowa, p. 502, pl. IV, Fig. 2.
1887. *Spirifer Archiaci* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon etc., p. 60. (pars.)
Synonymik cnf. ibidem.

Von dieser Species sind nur einzelne Klappen und zwar meist die Dorsalklappen, aber keine ganzen Muscheln vorhanden. Sie sind von quer ovaler, flügelförmig verlängerter Gestalt, mit spitz zulaufenden mehr oder weniger ausgeschweiften Ecken (F. 9 c). Sattel von den Loben durch eine tiefere Furche getrennt; Oberfläche mit feinen Rippen besetzt, die auf

dem Sattel und im Sinus dichotomiren, so dass ihre Zahl, am Wirbel mit 2—4 beginnend, am Stirnrande auf dem Sattel von 8 bis 16, im Sinus von 6 bis 10 anwächst. Auf den Seiten erreichen gegen 20 Falten die Schlosskanten. Anwachsstreifen und Schalenskulptur sind in der von Hall angegebenen Weise vorhanden.

Von *Spirifer Archiaci* Murch. unterscheidet sich unsere Form nur durch die Feinheit und grössere Zahl ihrer Falten. Von Herrn Tschernyschew (l. c.) ist sie mit Recht mit jener zusammengezogen worden und kann wohl nur als locale und zwar nordamerikanisch-uralische Varietät aufgefasst werden. Es erscheint jedoch zweckdienlich für die Kotelny'sche Form den amerikanischen Namen beizubehalten.

Fundort: Im krystallinischen dunkelen Kalkstein vom Cap Tschukotski.

Genus **Cyrtina** Davidson.

Cyrtina heteroclita Defrance.

Tab. I, Fig. 8.

1826. *Calceola heteroclyta* Defrance, Atl. de Conch. du Dict. des sc. nat., tab. 80, fig. 3.
1846. *Spirifer heteroclytus* Keyserling, Petschora-Land, Tab. VIII, Fig. 1, 1a, 1b, 1c.
1850—1856. *Spirifer heteroclytus* Sandberger, Verstein. des Rhein. Schichtensyst. in Nassau, p. 326, Tab. XXXII, Fig. 8.
1864—1865. *Cyrtina heteroclita* Davidson, Monog. Devon. Brach., p. 48. pl., IX, fig. 1—16.
1871. *Cyrtina heteroclita* Kayser, Brachiopoden der Eifel, p. 594, Tab. 12, Fig. 3.
1882. *Cyrtina heteroclita* Barrois, Asturies et Galice, p. 260, pl. X, fig. 8.
— *Cyrtina heteroclita* Davidson, Suppl. to the Devon. Brach., p. 37, pl. I, fig. 35, 36, 37.
1885. *Cyrtina heteroclita* Maurer, Fauna der Kalke von Waldgirmes, p. 162, Tab. VII, Fig. 3.
1887. *Cyrtina heteroclita* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 78, Tab. X, Fig. 15.

Unter 4 Exemplaren dieser zierlichen Muschel, fand sich ein vorzüglich erhaltenes, an welchem sich alle Artcharaktere trefflich erkennen lassen. Auf den Seitenloben erheben sich je 5—6 deutliche Falten, die mit denen der grossen Klappe sich vereinigend an der Stirn eine Zickzacklinie hervorrufen. Auf dem Sattel wird durch eine Querfurche eine Randfalte abgegrenzt. Danach nähert sich die Kotelny'sche Form der *Cyrtina amblygona* Phill.

Zwei Exemplare maassen:

Länge 5,2 mm., Breite 7,0 mm., Höhe 4,3 mm.
» 5,0 » » 6,2 » » 6,0 »

Fundort: Jegorow-Stan, selten.

Genus **Orthis** Dalman.

Orthis striatula Schlotheim.

Tab. I, Fig. 10.

1813. *Anomites Terebratulites striatulus* Schlotheim, Min. Taschen., VIII, Tab. I, Fig. 6.
1845. *Orthis resupinata* var. *striatula* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, vol. II, p. 183, pl. XII, Fig. 6.
1846. *Orthis striatula* Keyserling, Petschora-Land, p. 223.
1849. *Orthis striatula* Pacht, Der devonische Kalk in Livland, p. 41.
1860. *Orthis striatula* Grünewaldt, Beiträge zur Kenntniss etc., p. 87.
1884. *Orthis striatula* Tschernyschew, Material z. Kenntniss d. devon. Abl., p. 24, Tab. III, Fig. 18.
1887. *Orthis striatula* Tschernyschew, Fauna d. mittleren u. oberen Devon, p. 103.
Genauere Synonymik conf. ibidem.

Diese kosmopolitische Art ist in den Kalken der Westküste der Insel Kotelny massenhaft und meist in gut erhaltenen Steinkernen vertreten. Sie schliesst sich den typischen europäischen vollständig an. In der Reihe der in verschiedenen Altersstufen vorhandenen Exemplare finden sich einige Abänderungen in Bezug auf die Höhe der Muschel, Tiefe des Sinus und dem entsprechende höhere, zungenförmige Aufbiegungen des Stirnrandes. Die charakteristischen Muskel-, Gefäss- und Ovarialabdrücke sind zum Theil trefflich erhalten cf. fig. 10 f.

Fundorte: Jegorow-Stan und am Urassalach massenhaft, ebenso im Geschiebe des Urassalach, vereinzelt aus den Uferfelsen der Tschukotskaja und vom Cap Tschukotski.

Orthis Bungei nov. sp.

Tab. I, Fig. 11.

Gehäuse durch den vorspringenden stumpfen Schlosskantenwinkel von verlängert fünfseitigem Umriss, Schlosslinie kürzer als die grösste Breite der Muschel; Ventralklappe zum Schnabel hin schwach convex, nach vorn abgeplattet und in einen kurzen Sinus mit dreieckiger, abgerundeter Zunge zur Stirn auslaufend. Auf beiden Seiten eine Vertiefung, die mit dem Sinus zwei divergirende Wülste begrenzt. Buckel schwach entwickelt, wenig hervorragend und unbedeutend gekrümmt. Area klein, dreieckig, von einer ebensolchen Deltidialöffnung unterbrochen. Dorsalklappe stark gewölbt, grösste Convexität in der Mitte der Muschel. Buckel sehr klein, kaum vorragend. Schlossfortsatz doppelt (?). Adductormuskeln, Ovarien und Gefässe wie bei *Orthis striatula*; ebenso die Oberflächenbedeckung.

Maasse des einzigen Exemplars:

Länge: 26,0 mm., Breite: 22,3 mm., Höhe: 12,9.

Durch die obenangeführten Charaktere, besonders durch die verlängert fünfseitige Gestalt und die seitlichen Vertiefungen der Ventralklappe unterscheidet sich diese Form von

allen übrigen Orthiden. Ich benenne sie zu Ehren des Leiters der Expedition auf die Neusibirischen Inseln, meines verehrten Chefs und Freundes Doctor med. A. Bunge.

Fundort: Jegorow-Stan.

Orthis Mac Farlanei Meek, var. **elliptica** nov. var.

Tab. I, Fig. 12.

1867. *Orthis Mac Farlanei* Meek, Trans. of Chicago Acad. of sc., vol. I, part. I, p. 88, pl, XII, fig. 1.
1883. *Orthis Mac Farlanei* Kayser, Richthofen's China, Vol. IV, p. 91, pl. XXII, Fig. 3.

Die typische Form ist in den obengenannten Arbeiten beschrieben, die Kotelny'sche Varietät verhält sich folgendermaassen: Ummriss eiförmig oval. Schlossrand gebogen mit abgerundeten Ecken. Ventralklappe fast plan mit kurz vor der Stirn beginnendem Sinus. Dorsalklappe stark aufgetrieben. Grösste Höhenausdehnung in der Mitte der Muschel. Beide mässig entwickelte Buckel stark genähert. Oberfläche mit fadenförmigen Radialrippen besetzt, die sich durch Theilung und Einschaltung vermehren.

Das einzige vorliegende Exemplar maass:

Länge: 22,3 mm., Breite: 19,0 mm., Höhe: 16,5 mm.

Von der typischen *Orthis Mac Farlanei* unterscheidet sich unsere Varietät durch die geringere Entwickelung der Buckel und durch die ellipsoide Gestalt. Sie entfernt sich von ihr etwa ebenso viel wie *Orthis Ivanovi* und *Krotovi* Tschernyschew (Fauna des mittl. u. oberen Devon etc., p. 104 u. 105, Tab., Fig. XII 1—7), von denen sie sich durch die geringere Auftreibung der Dorsalklappe und den flacheren Sinus unterscheidet, doch genügt das einzige vorliegende Exemplar nicht zur Aufstellung einer neuen Art.

Fundort: Jegorow-Stan.

Orthis iowensis Hall, var. **quadrangularis** nov. var.

Tab. I, Fig. 13, 14.

1858. *Orthis iowensis* Hall, Palaentology of Jowa, p. 488, pl. II, Fig. 4.
1867. *Orthis iowensis* Meek, Trans. of Chigago Acad. of sc., Vol. I, part. I, p. 90, pl. XII, Fig. 2.

Die typische Form ist in den citirten Abhandlungen beschrieben.

Wie *Orthis Mac Farlanei* var. *elliptica* und *Orthis Bungei* gehört auch diese Form in die Gruppe der *Orthis striatula*, von der sie sich jedoch durch folgende Merkmale unterscheidet.

Gehäuse von verlängert vierseitig-ovalem bis quadratischem Umriss; Schlosslinie kürzer als die grösste Breite der Muschel; Schlosskantenwinkel nahe an 180°. Ventralklappe plan, zum Buckel hin ein wenig gewölbt, kurz vor der Stirn in einen Sinus mit flach bogenförmiger Zunge auslaufend. Buckel schwach entwickelt, wenig gekrümmt. Dorsalklappe stark gewölbt,

grösste Convexität nicht constant: entweder vor dem Buckel (Fig. 13 b) oder im vorderen Drittel (Fig. 14 e). Buckel stark gekrümmt. Beide Buckel einander stark genähert, wodurch nur eine schmale dreieckige Area. Adductor-, Gefäss- und Ovarienabdrücke sowie Oberflächenskulptur wie bei *Orthis striatula*.

Zwei Exemplare maassen:

Länge: 19,2 mm., Breite: 18,1 mm., Höhe: 12,0 mm.
» 17,5 » » 17,3 » » 11,1 »

Der verlängert vierseitig-ovale bis quadratische Umriss und die geringere Entwickelung des Sinus unterscheidet diese Form von der typischen *Orthis iowensis*, doch deutet die grosse Aehnlichkeit mit jungen Individuen dieser Art (Hall, l. c., fig. 4 e) auf die Möglichkeit hin, dass wir es hier mit einer Jugendform der *Orthis iowensis* zu thun haben.

Fundort: Jegorow-Stan, 4 Exemplare unter den Massen der *Orthis striatula*.

Genus **Streptorhynchus** King.

Streptorhynchus umbraculum Schlotheim.

Tab. II, Fig. 12.

1820. *Terebratulites umbraculum* Schloth., Petrefactenkunde, p. 256.
1837. *Orthis umbraculum* Buch, Ueber Delthyris oder Spirifer, p. 375, Tab. XXIV, Fig. 5, 6.
1845. *Orthis crenistria* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, vol. II, p. 195, pl. XI, fig. 4.
1864—1865. *Streptorhynchus umbraculum* Davidson, Brit. Devon. Brach., p. 77, pl. XVI, Fig. 6, pl. XVIII, fig. 1, 3, 5.
1871. *Streptorhynchus umbraculum* Kayser, Brach. der Eifel, p. 615.
1878. *Streptorhynchus umbraculum* Kayser, Fauna d. ält. devon. Abl. d. Harzes, p. 197, pl. XXIX, Fig. 1, 2 u. pl. XXXIV, Fig. 1.
1885. *Streptorhynchus umbraculum* Tschernyschew, Fauna d. unteren Devon, p. 60.
1887. *Streptorhynchus umbraculum* Tschernyschew, Fauna p. mittl. u. oberen Devon etc., p. 109.

An einigen Schalenfragmenten aus dem Kalk beim Jegorow-Stan und an der abgebildeten Muschel vom Cap Tschukotski sind die unzweifelhaften Merkmale dieser Art erkennbar: es sind hauptsächlich Ventralklappen von halbkreisförmigem Umriss, die nur um den starkentwickelten Buckel herum eine Convexität besitzen, während sie zum Rande hin plan bis concav sind; die Oberfläche ist mit zahlreichen Rippen bedeckt, die sich nach dem Rande zu nur durch Einschaltung vermehren; in den Zwischenräumen sind feine Anwachsstreifen sichtbar.

Streptorhynchus crenistria Phillips.

Tab. II, Fig. 13.

1841. *Orthis crenistria* Phillips, Palaeoz. fossils, p. 66, pl. 27, fig. 113.
1845. *Orthis crenistria* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, vol. II, p. 195.
1846. *Orthis crenistria* var. *devonica* Keyserling, Petschora-Land, p. 221, Tab. VII, Fig. 7.
1886. *Streptorhynchus crenistria* Stuckenberg, Mater. z. Kenntn. d. devon. Abl. Sib., p. 6, Tab. III, Fig. 1—5.

Ein Exemplar aus dem Kalke vom Cap Tschukotski zeigt alle Merkmale dieser Art, wie sie von den Verfassern der Russia and the Ural angegeben und besonders von Graf Keyserling bei einer Muschel von den Ufern der Uchta (l. c., f. 7) auseinandergesetzt sind, und zwar: die am Buckel verbogene und verunstaltete Form, wodurch auch hier ein ganzes Individium aus dem Kalke zu erhalten schwer fiel, ferner die deutliche Querrunzelung auf der Oberfläche, welche mit feinen, durch geringe Zwischenräume getrennten Rippen bedeckt ist. Die Anordnung der Rippen ist eine bündelförmige und ihre Vermehrung findet durch Einschaltung und Gabelung statt. Diese Merkmale geben der Existenz dieser Form als besondere Art volle Berechtigung. Unser Exemplar stimmt auch in der schmalen, verlängerten Form mit der var. *devonica* von der Uchta überein.

Genus **Rhynchonella** Fischer.

Rhynchonella acuminata var. **platyloba** Sowerby.

Tab. II, Fig. 9, 10.

1825. *Terebratula platyloba* Sowerby, Miner. Conch., tab. CCCCXCVI, fig. 5 et 6.
1856. *Terebratula acuminata* Pacht, Geognostische Untersuchungen, p. 91.
1884. *Rhynchonella acuminata* Tschernyschew, Mater. z. Kenntn. d. devon. Abl. etc., p. 21, Tab. III, Fig. 14.
1887. *Rhynchonella acuminata* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 86. Synonymik conf. ibidem.

Aus einer Reihe schlechterhaltener Exemplare liessen sich an zweien die Charaktere dieser Artenvarietät deutlich unterscheiden. Das eine Exemplar (fig. 10) gehört der Varietät mit niedriger abgeplatteter Zunge an, während bei dem anderen (fig. 9) die Ventralklappe mit hoher rundbogiger Zunge endet.

Fundort: Jegorow-Stan.

Rhynchonella nov. sp.

Tab. II, Fig. 6, 7, 8.

Muschel von pentagonalem Umriss, grösste Höhe an der Stirn oder kurz vor derselben. Sattel abgeflacht, nicht sehr hoch; Falten scharfkantig und zwar 7 laterale, 5 mediane und auf einem Exemplar 1 parietale. Sinus breit, nicht tief, mit bogenförmiger Zunge endend. Gefässe in zwei Hauptarmen zum Rande verlaufend und dort dichotomirend.

Die 3 unvollständigen Exemplare reichen nicht zur Aufstellung einer neuen Art hin, doch lässt sich erkennen, das unsere Form der *Rhynchonella Gonthieri* Gosselet (Annales de Soc. Géol. du Nord, p. 218, pl. III., fig. 14—16, 1887) am nächsten steht. Sie unterscheidet sich von ihr durch die bogenförmig endende Zunge, sowie dadurch dass bei ihr die Rippen fast in gerader Linie vom Buckel zum Rande vorlaufen. Ferner erinnert unsere Form an einige Individuen der als *Rhynchonella venustula* von Hall (Geol. Surv. of New-York vol. IV, Part I, p. 346, pl. 54[a], fig. 24—43) zusammengefassten Formenreihe.

Zwei Exemplare maassen:

Länge: 19 mm., Breite 19 (?) mm., Höhe 13,5 mm.
» 18,5 » » 20 » » 11,5 »

Fundort: Jegorow-Stan.

Rhynchonella cuboides? Sowerby.

Tab. II, Fig. 11.

1840. *Atrypa cuboides* Sowerby, Transact. Geolog. Soc., 2. ser., vol. V, pl. VII, fig. 24.
1852. *Terebratula cuboides* Pacht, Dimerocrinites oligoptilus, Verh. d. Russ. Kais. Min. Gesellschaft.
1860. *Rhynchonella cuboides* Grünewaldt, Beitr. z. Kenntn. d. sed. Gebirgsf. d. Urals, p. 83, Tab. II, Fig. 3.
1865. *Rhynchonella cuboides* Davidson, Brit. Devon. Brachiop., p. 65, pl. XIII, fig. 17—21.
1871. *Rhynchonella cuboides* Kayser, Brachiopoden d. Eifel, p. 514.
1884. *Rhynchonella cuboides* Tschernyschew, Mater. z. Kenntn. d. devon. Abl. Russl., p. 23., Tab. III, Fig. 10—11.
1886. *Rhynchonella cuboides* Wenjukoff, Fauna d. devon. Abl. Russlands, p. 126, Tab. V, Fig. 10.
1887. *Rhynchonella cuboides* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon etc., p. 93, Tab. XIV, Fig. 1.

Zwei Dorsalklappen und ein ganzes Exemplar von 8 mm. Länge, 10 mm. Breite und 6 mm. Höhe mit fast quadratischer bis zur höchsten Erhebung der Dorsalklappe reichender Zunge und mit feinen abgerundeten Rippen bedeckt stimmen mit den uralischen Formen der Sammlung des Geologischen Comité's überein, doch ist die Möglichkeit, dass sie der nahestehenden *Rhynchonella procuboides* angehören, nicht ausgeschlossen, da die Jugendformen der beiden Arten schwer unterscheidbar sind.

Fundort: Jegorow-Stan.

Genus **Camarophoria** King.

Camarophoria Tschernyschewi nov. sp.

Tab. II, Fig. 1, 2, 3, 4, 5.

Gehäuse von querverlängertem, vierseitigem Umriss, viel breiter als lang mit fast oder ganz geradem Schlossrande. Ventralklappe mässig gewölbt, mit breitem, flachem Sinus, der auf der Mitte der Klappe entspringt, sich rechtwinklig zur Stirn erhebt und mit abgerundet vierseitiger Zunge endet. Dorsalklappe stark gewölbt, mit am Buckel entspringendem, hohem, oben abgeplattetem Sattel, welcher an der Stirn oder kurz vor derselben seine höchste Höhe erreicht. Beide Buckel schwach gekrümmt, aneinander gepresst, zu beiden Seiten eine flügelförmige Depression auf der Ventralklappe. 3—4 scharfe Falten im Sinus, welche in der Aufbiegung desselben beginnen; 4—5 ebensolche Falten liegen auf dem Sattel zum Rande zu. Auf den Seiten erheben sich in Zahl und Stärke inconstante Falten, von welchen die der Ventralklappe nach aussen, die der Dorsalklappe nach innen gerichtet sind. Oberfläche mit feinen Radialrippen besetzt, welche von feinen, in gewissen Intervallen stärkeren, Anwachsstreifen unterbrochen werden. An einem schön erhaltenen Steinkerne, Fig. 1, sind die durch das Septum getrennten Adductorpaare und die von den oberen Gefässarmen begrenzten Ovarien (sind auf der Abbildung leider nicht wiedergegeben), ebenso wie die ersteren selbst trefflich zu sehen. Von der inneren Struktur liess sich durch Anschleifen das Septum mit dem löffelförmigen Fortsatze der Dorsalschale (Fig. 5), und an einem anderen Exemplare auch, zwar verschoben, doch deutlich das Septum der Ventralschale erkennen.

Vorkommen: bei Jegorow-Stan und am Urassalach. Bei letzterem Fundpunkt in besonders gutem Erhaltungszustande. Im Ganzen 20 Exemplare.

Das typischte Exemplar maass: Breite 19,5 mm., Länge 15,2 mm., Höhe 11 mm.

Diese in ihrem äusseren Umriss, in der Anzahl der Falten und in der Form des Sinus sehr veränderliche Art steht etwa zwischen der *Camarophoria formosa* Schnur der Eifel und des Ural und der *Camarophoria Cooperensis* Shumard aus der Carboniferous Group der Richmond Mountains und des Eureca District. Sie unterscheidet sich aber von denselben so wesentlich in ihrer Anordnung der Falten, welche bei der letzteren z. B. am Buckel beginnen, bei der ersteren meist dichotomiren und ferner durch die feine radiale Streifung auf der Oberfläche, dass ich unsere Form als neue hinzustellen mich für berechtigt halte, ungeachtet dessen, dass vielleicht bei eingehenden Untersuchungen der Rhynchonelliden diese radiale Streifung sich als weit verbreiteter unter den einzelnen Formen erweisen wird, dann also nicht mehr als Artcharakter verwendbar sein kann, ebenso wie es von Th. Tschernyschew in Bezug auf die feine Streifung der Oberfläche bei den gefalteten Spiriferen nachgewiesen wurde (Fauna d. mittl. u. oberen Devon am Westabhange des Urals, p. 174).

Ich erlaube mir, diese Art zu Ehren Herrn Th. Tschernyschew's zu benennen.

Genus **Pentamerus** Sowerby.

Pentamerus galeatus Dalman.

Tab. II, Fig. 16.

1827. *Atrypa galeata* Dalman. Vetensk. Acad. Handl., p. 130, Tab. II, Fig. 4.
1845. *Pentamerus galeatus* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, vol. II, p. 120, tab. VIII, fig. 3.
1860. *Pentamerus galeatus* Grünewaldt, Beitr. z. Kenntn. d. sedim. Gebirg., p. 86, Tab. II, Fig. 8.
1887. *Pentamerus galeatus* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 101, Tab. XIV, Fig. 12.
Genaue Synonymik conf. ibidem und bei Kayser, Brachiopoden d. Eifel.

Das einzige Kotelny'sche Exemplar dieser kosmopolitischen, horizontal und vertical weit verbreiteten Art gehört zu der glatten Varietät mit hoch gehobenem Stirnrand, an der zwei scharfe Falten der trapezoidalen Zunge mit drei ebensolchen Falten des Sattels der stark gewölbten Ventralschale eine Zickzacklinie bilden. Diese Form schliesst sich eng an die von Tschernyschew beschriebene uralische vom Koltuban-See (Mat. z. Kennt. etc., Tab. III, Fig. 8) an.

Fundort: Cap Anjou.

Genus **Atrypa** Dalman.

Atrypa reticularis Linné.

Tab. II, Fig. 14.

1767. *Anomia reticularis* Linné, Systema Naturae, Bd. XII, T. I, pars. II, p. 1152.
1845. *Terebratula reticularis* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, vol. II, p. 90, pl. X, fig. 12.
1884. *Atrypa reticularis* Tschernyschew, Mater. z. Kenntn. etc., p. 18, Tab. III, Fig. 3.
1886. *Atrypa reticularis*, — *Atrypa desquamata* } Wenjukoff, Fauna d. devon. Systems, p. 96, Tab. VI, Fig. 1, 5, 8.
1887. *Atrypa reticularis* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 80.
Genaue Synonymik conf. ibidem.

Diese weit verbreitete Art gehört auch hier zu den gewöhnlichsten Muscheln. In der Reihe der wohlerhaltenen Exemplare ist die typische Form mit kleinem Schnabel und verdeckter Stielöffnung, mit mehr oder weniger nach oben abgelenktem Stirnrand, feinen Falten und schwach schuppigen Anwachsstreifen am häufigsten, doch finden sich auch Varietäten mit fast geradem Stirnrande und stärkeren, breiteren Falten, welche sich der varietas *flabellata* Goldf. nähern, während andere durch grössere Entwickelung der Zunge der var. *latilinguis* Kayser ähneln.

Vorkommen: Jegorow-Stan massenhaft, Urassalach im Geschiebe, Cap Anjou und an der Tschukotskaja.

Atrypa aspera Schloth.

Tab. II, Fig. 15.

1813. *Terebratula aspera* Schlotheim, Leonhard's Taschenbuch, p. 74, Tab. I, Fig. 7.
1845. *Terebratula aspera* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, vol. II, p. 93, pl. X, fig. 13.
1887. *Atrypa aspera* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 82.
Genaue Synonymik conf. ibidem.

Bei Jegorow-Stan, im Urassalach-Geschiebe und an der Tschukotskaja fanden sich Exemplare, welche sich durch die grobschuppige Anwachsscultptur und die stärkeren Radialfalten als solche deutlich von der vorigen Art unterscheiden.

Genus **Productus** Sowerby.

Productus subaculeatus Murchison.

Tab. II, Fig. 18.

1840. *Productus subaculeatus* Murch., Bull. Soc. Géol., vol. XI, p. 258, pl. 2, fig. 9.
1845. *Productus subaculeatus* Murch., Vern., Keys., Russia and the Ural, p. 252, pl. XVI, fig. 9.
1846. *Productus subaculeatus* Keyserling, Petschora-Land, p. 199, pl. IV, Fig. 1.
1884. *Productus subaculeatus* Walcott, Palaeontology of the Eureka district, p. 128, pl. VIII, fig. 2, pl. XIII, fig. 19 u. 20.
1886. *Productus subaculeatus* Wenjukoff, Fauna d. devon. Systems, p. 41, Tab. II, Fig. 7.
1887. *Productus subaculeatus* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 112.

An einer Ventralklappe ist die Charakteristik dieser Muschel wohl erkennbar, während eine Menge Steinkerne nur annähernd die Zugehörigkeit zu dieser Form wahrscheinlich machen. Die Ventralklappe ist von querverlängerter Gestalt mit einem der grössten Breite der Muschel gleichkommenden Schlossrande; Buckel wenig über den Schlossrand hervorragend und wenig nach links gebogen. Die wellig runzeligen concentrischen Anwachsstreifen, sowie die dornförmigen Röhren sind zum Theil gut erhalten.

Vorkommen: Am Urassalach selten, bei Jegorow-Stan häufig als Steinkerne.

Productus Hallanus Walcott.

Tab. II, Fig. 19.

1858. *Productus dissimilis* Hall (non de Koninck) Palaeontology of Jowa, p. 497, pl. III, Fig. 7.
1884. *Productus Hallanus* Walcott, Palaeontology of the Eureka district, p. 130, pl. XII, fig. 17.
1887. *Productus Hallanus* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 114, Tab. XIV, Fig. 27a u. 27b.

Gehäuse von halbkreisförmigem bis querelliptischem Umriss, Bauchklappe mit wohlentwickelten Ohren, Schlossrand gerade, der Breite der Muschel entsprechend, Wirbel meist

seitlich verschoben, Oberfläche mit unregelmässigen dichotomirenden Rippen bedeckt, welche von concentrischen Anwachsstreifen durchquert werden. Auf der mässig concaven Dorsalklappe (fig. 19a, a_1) liegen wie bei *Productus sericeus* Buch. concentrische, dachförmig über einander liegende Anwachsstreifen. Das Innere dieser Klappe (Fig. 19a[2]) zeigt den gabelförmigen Schlossfortsatz, unter welchem die durch eine Scheidewand getrennten Muskeleindrücke liegen; zum Rande zu sind die nach innen ragenden trichterförmigen Einsenkungen ausgebreitet.

Diese bisher nur in Amerika[1]) und im Ural nachgewiesene Form scheint auf der Insel Kotelny sehr verbreitet, wenn man die bei Jegorow-Stan massenhaft vorkommenden Steinkerne dieser Art zurechnen kann. Es konnte aber dieses mit Sicherheit nur an wenigen Exemplaren geschehen, während andere vielleicht *Productus sericeus* angehören mögen. Die abgebildeten Exemplare stammen aus dem Kalkthonschiefer des Urassalach.

Genus **Strophalosia** King.

Strophalosia productoides Murch.

Tab. II, Fig. 17.

1840. *Strophalosia productoides* Murchison, Bull. de la Soc. géol. de France, vol. XI, p. 254, pl. II, fig. 7.
1883. *Strophalosia productoides* Davidson, Brit. Devon. Brach., p. 97, pl. XIX, fig. 13—21.
1886. *Strophalosia productoides* Wenjukoff, Fauna d. devon. Systems, p. 45, Tab. II, 5, 6.
1887. *Strophalosia productoides* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. oberen Devon, p. 111.
Synonymik conf. ibidem.

Aus dem Urassalach-Geschiebe liess sich an Abdrücken einiger Ventralklappen und an Steinkernen die Identität mit dieser Art durch die gute Erhaltung der mit feinen concentrischen, unregelmässig gewellten, mit höckerigen Querrunzeln und zahlreichen schiefen Röhrchen besetzten Oberfläche erkennen.

Genus **Lingula** Bauguiere.

Lingula sp.

Ein Abdruck von langgestreckt ovaler Form und ein Schalenfragment mit dem deutlich erhaltenen Stirntheil aus einem Thonschiefer vom rechten Ufer der Mündung des Jegorow-Stan-Flusses lassen nur die Gattung erkennen aber keine nähere Speciesbestimmung zu.

1) Die von Meek (Trans. of Chicago Acad. of Sciences, Vol. I, Part I, p. 91, pl. XIII, fig. 4.) beschriebene und abgebildete, aber nur *Productus* —? bezeichnete, Form aus dem bituminösen Kalkstein in der Nähe von Fort Resolation am Great Slave lake ist aller Wahrscheinlichkeit nach mit unserem *Productus Hallanus* Walcott identisch.

ANTHOZOA.

Genus **Cyathophyllum** Goldfuss.

Cyathophyllum caespitosum Goldf.

Tab. IV, Fig. 1a, b.

1826. *Cyathophyllum caespitosum* Goldfuss, Petrefacta Germaniae, I, p. 60, tab. XIX, fig. 2.
1846. (*Lithodendron*) *caespitosum* Keyserling, Petschora-Land, p. 168, Tab. II, Fig. 6.
1886. *Cyathophyllum caespitosum* Frech, Cyathophylliden und Zaphrentiden etc., p. 70, Tab. III, Fig. 9—14.
1887. *Cyathophyllum caespitosum* Tschernyschew, p. 117.
Genauere Synon. cf. bei Tshernyschew und Frech.

Die Koralle stimmt in ihrer äusseren Form mit der typischen vollkommen überein. Im inneren Bau macht sich eine scharfe Scheidung des Blasengewebes in zwei concentrische Schichten bemerkbar. Es sind das eine äussere mit convex nach oben gerichteten Blasen und eine innere Schicht, welche aus zwei bis drei Reihen in der Verticalaxe der Koralle gedehnter Blasen besteht. Die Beständigkeit dieses Merkmales konnte aber nicht genügend sichergestellt werden, um diese Form von der westeuropäischen und uralischen zu trennen oder eine Annäherung an die Gattung *Aulophyllum* Edw. et Heim festzustellen.

Fundort: Im bituminösen schwarzen Kalk des Cap Anjou als verzweigte bündelförmige Stücke häufig. Diese zerfielen aber beim Herausschlagen in einzelne kleine Stücke.

Cyathophyllum hexagonum Goldfuss.

Tab. IV, Fig. 3.

1826. *Cyathophyllum hexagonum* Goldfuss, Petrefacta Germaniae, I, p. 61, tab. XX, fig. 1a, b.
1886. *Cyathophyllum hexagonum* Frech, Cyathophylliden u. Zaphrentiden, p. 77, Tab III, Fig. 20, 20a, 21, 22.
1887. *Cyathophyllum hexagonum* Tschernyschew, Fauna des mittl. u. oberen Devon, p. 119.
Genauere Synonym. cf. bei Frech.

Ein vortrefflich erhaltener Korallenstock von 3,45 cm. Höhe und 6 cm. Breite zeigte im Dünnschliff sämmtliche Merkmale dieser leicht erkenntlichen Art. Besonders schön sind hier auch die Septaldornen zur Entwickelung gelangt.

Fundort: Fluss Tschukotskaja.

Genus **Favosites** Lamarck.

Favosites (Pachypora) cervicornis Blainville.

1826. *Calamopora polymorpha* var. *ramoso-divaricata* Goldfuss, Petr. Germ., I, p. 79, tab. XXVII, fig. 3a, 4a, 4b, 4c (caet. exclusis).
1830. *Alveolites cervicornis* Blainville, Dictionn. Sc. Nat. t. IX, p. 369.
1867. *Favosites polymorpha* Meek, Transact. Chicago Acad. of Sciences, vol. I, t. I, p. 86, pl. XI, fig. 10.
1883. *Pachypora cristata* Roemer, Laethaea geognostica, p. 435.
1887. *Favosites* (*Pachypora*) *cervicornis* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. ob. Devon, p. 121, Tab. IV, Fig. 23.
Genauere Synon. cf. ibidem.

Mehrere Zweige der baumförmig verästelten Koralle liessen schon bei der äusseren Betrachtung durch die Verdickung der Kelchmündungen auf die Zugehörigkeit zu dieser Art schliessen. Der Dünnschliff bestätigte vollkommen die Diagnose.

Fundort: Fluss Tschukotskaja.

Genus **Alveolites** Lamarck.

Alveolites suborbicularis Lamarck.

Tab. IV. Fig. 2a, b.

1816. *Alveolites suborbicularis* Lamarck, Hist. des animaux sans vert. t. II, p. 186.
1867. *Alveolites vallorum* Meek, Transact. Chicago Acad. of Sciences, vol. I, t. I, p. 86, pl. XI, fig. 9.
1887. *Alveolites suborbicularis* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. ober. Devon, p. 122. Tab. IV, Fig. 24.
Genauere Synonymik cf. ibidem und Frech: Z. d. D. G. G., B. XXXVII, Heft I, p. 108.

Convex-schalenförmige Stöcke, einer auf *Stromatoporella eifeliensis* Nich. aufgewachsen, liegen uns in einem wohlerhaltenen Exemplare in einigen Bruchstücken vor. Die Mündung der Kelche zeigt deutlich die unregelmässig dreieckige Form, welche in dem tiefer geführten Schliff durch den gegenseitigen Druck der Röhren nicht mehr so klar erkenntlich ist. Die Wandporen sind bei dem abgebildeten Exemplar besonders zahlreich, sonst vereinzelt. Die von Meek (l. c.) *Alveolites vallorum* genannte Form vom unteren Mackenzie-river kann wohl auf Grund der gegeben Abbildung und Beschreibung mit unserer als identisch angesehen werden, besonders da ja der Autor die Bemerkung hinzufügt: «This is probably an undescribed species, although I cannot clearly satisfy myself that it is distinct from some of those of which I have only seen descriptions without figures».

Fundort: Cap Anjou und Fluss Tschukotskaja.

Genus **Aulopora** Goldfuss.

Aulopora serpens Goldfuss.

1826. *Aulopora serpens* Goldfuss, Petrefacta Germaniae, p. 82, tab. XXIX fig. 1.
1846. *Aulopora serpens* Keyserling, Petschora-Land, p. 184.
1883. *Aulopora repens* Kayser, Richthofen's China, IV B., p. 96, Tab. IX, Fig. 2, 2e.
1886. *Aulopora repens* Stuckenberg, Material. z. F. d. devon. Abl. Sibir., p. 13.
1887. *Aulopora serpens* Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. ober. Devon, p. 122, Tab. XIII, Fig. 5b.

Auf *Cyathophyllum hexagonum* aufgewachsen fand sich eine aus wenigen Kelchen bestehende Colonie. Die cylindrische Form der Kelche und die Querrunzeln der Epithek, die sich an dem zwar stark abgeriebenen Exemplare dennoch bei zwei Individuen nachweisen liessen, geben den Beweis für die Zugehörigkeit dieser Art zu der allgemein verbreiteten devonischen Gattung.

Fundort: Fluss Tschukotskaja.

Genus **Syringopora.**

Syringopora sp.

Einzelne Fragmente dieser als Gattung ebenso leicht, wie als Art schwer zu bestimmenden Koralle fanden sich am Flusse Tschukotskaja, sie konnten zur genaueren Untersuchung zum Zweck einer Feststellung der Art nicht genügen.

HYDROIDA.

Genus **Stromatoporella** Nicholson.

Stromatoporella eifeliensis Nich.

1886. *Stromatoporella eifeliensis* Nicholson, Annals and Magaz. of Natur. Hist. p. 235, pl. VIII, figs. 5, 6, 7.

Die Bestimmung dieser *Stromatopore* verdanke ich der Güte des Herrn Prof. H. Alleyne Nicholson in Aberdeen.

Fundort: Cap Anjou, wo ich sie in einem Exemplar, von *Alveolites suborbicularis* Lam. überwachsen, fand.

Stromatoporella sp.

Herr Prof. H. Alleyne Nicholson theilt mir über diese Form mit, dass sie nicht sicher bestimmbar, vielleicht aber zu *Stromatoporella curiosa* Barg. gehöre.

Zum Zwecke der Vervollständigung der vorliegenden Fauna sei hier nur noch erwähnt, dass sich an mehreren Punkten, besonders im Kalke des Cap Tschukotski, Crinoidenreste, hauptsächlich Stielglieder fanden, ferner Fragmente von Gastropoden oder unbestimmbaren ganzen Schalen, unter denen sich nur die Gattungen *Bellerophon* und *Murchisonia* als solche erkennen liessen.

Folgerungen.

Ueberblicken wir die obenbeschriebene kleine Devonfauna der Neusibirischen Insel Kotelny, so fällt uns zunächst als Hauptcharakter derselben die Thatsache in die Augen, dass sie sich durch die Armuth an localen Formen im Vergleich zum Vorwalten von cosmopolitischen Arten auszeichnet. Unter diesen aber finden wir eine Reihe guter Leitformen, die uns eine genaue Feststellung des Alters dieser Fauna gestatten. Benutzen wir von den 31 oben angeführten Arten nur diejenigen, welche mit grösster Sicherheit als solche erkannt werden konnten, um zu unseren Schlüssen zu gelangen. Wenn wir daher die 4 unbestimmbaren Species fortlassen, ebenso *Spirifer* conf. *Annosofi* und *Rhynchonella cuboides?* ferner auch die neuen Arten und Varietäten: *Orthis Bungei*, *Camarophoria Tschernyschewi*, *Spirifer elegans* var. *novosibirica*, *Orthis Mac Farlanei* var. *elliptica* und *Orthis jovensis* var. *quadrangularis* nicht mitzählen, so bleiben uns 20 Formen übrig, mit denen wir sicher operiren können. Diese lassen sich in folgender Weise gruppiren:

A. Formen, die durch das Unter-, Mittel- und Oberdevon hindurchgehen:

1) *Cyrtina heteroclita.*
2) *Orthis striatula.*
3) *Streptorhynchus umbraculum.*
4) *Rhynchonella acuminata* var. *platyloba.*
5) *Pentamerus galeatus.*
6) *Atrypa reticularis.*
7) *Atrypa aspera.*
8) *Aulopora serpens.*

B. Formen, die dem Mittel- und Oberdevon eigen sind:

1) *Spirifer Whitneyi.*
2) *Streptorhynchus crenistria.*
3) *Productus subaculeatus.*
4) *Strophalosia productoides.*
5) *Cyathophyllum caespitosum.*
6) *Favosites (Pachypora) cervicornis.*
7) *Alveolites suborbicularis.*

C. Formen, die dem Mitteldevon ausschliesslich angehören:

1) *Spirifer elegans.*
2) *Spirifer hians.*
3) *Productus Hallanus.*
4) *Cyathophyllum hexagonum.*
5) *Stromatoporella eifeliensis.*

Wir sehen also, dass von den 20 Formen 8 durch die drei Abtheilungen des Devon hindurchgehen, 7 dem Mittel- und Oberdevon angehören, 5 aber dem Mitteldevon ausschliesslich eigen sind. Unter den letzteren haben wir in *Spirifer hians* und *Productus Hallanus* zwei ausgezeichnete Leitformen, da jene uns auf die höchste Etage des Westeuropäischen Mitteldevon, auf die *Hians*schichten (G. Meyer)[1] von Paffrath des Rheinischen Stringocephalenkalkes (Beyrich)[2], hinweist, während wir durch diese einerseits auf dieselbe Stufe am Westabhang des Urals, den Horizont mit *Spirifer Anossofi* (Tschernyschew) = $D^2_2 b$, andererseits auf die Hamilton-Group Nord-Amerikas (Hall)[3] geführt werden. Von nicht geringer Wichtigkeit ist auch die *Stromatoporella eifeliensis* Nich., da diese ebenfalls in der oberen Abtheilung, und zwar in einem der höchsten Glieder derselben, in den Ramosa bänken[4] (= «Caunopora state»[5]) gemein ist. Nachdem wir nun unser Niveau festgestellt haben, können wir die übrigen Formen zu weiteren Betrachtungen hinzuziehen, ohne uns jetzt der Gefahr auszusetzen, bei unseren Schlüssen irre zu gehn. Das Vorhandensein des *Spirifer* conf. *Anossofi* trägt zur Vervollständigung unseres Bildes bei, ja diese Muschel, die, wie Tschernyschew gezeigt hat, in der genannten Stufe leitend und weitverbreitet ist, hätte bei einer solchen Zusammensetzung der Fauna durchaus erwartet werden müssen. Es ist die Aehnlichkeit mit der Uralischen Fauna eine in der That in die Augen springende und daher können wir es nur natürlich finden, das wir aus der Gruppe jener Orthiden, welche diesem Horizonte sowohl im Ural, als auch in Amerika eigenthümlich sind, auch einen Vertreter besitzen. Es ist das die *Orthis Mac Farlanei* var. *elliptica mihi.* Ebenso wie diese leiten uns auch *Orthis jovensis* var. *quadrangularis mihi* und *Spirifer elegans* var. *novosibirica mihi*, welche, wie ich oben nachzuweisen suchte der *Spirifer medialis* Hall sehr nahe steht, wieder nach Nord-Amerika hinüber. Diese Uralisch-Amerikanischen Verwandtschaftsbeziehungen bilden die andere Eigenthümlichkeit unserer Fauna.

1) G. Meyer, Der devonische Kalk von Paffrath. Bonn, 1879.
2) E. Beyrich, Beiträge zur Kenntniss der Versteinerungen des rheinischen Schiefergebirges, 1873.
3) J. Hall, Palaentology of New-York, Vol. III—V, 1869—1884, etc.
4) E. Schulz, die Eifelkalkmulde von Hillesheim. Jahrb. d. K. Preuss. geol. Landesan. f. d. Jahr 1882, Berlin, 1883.
5) H. A. Nicholson, Annals and Magazin of Nat. Hist., 1886, p. 236.

Verzeichniss der devonischen Versteinerungen der Insel Kotelny.	Oberes Mitteldevon.					
	Sibirisches Festland (Minussinsk).	Westabhang des Ural.	Petschora-Land.	Rheinischer Stringocephalenkalk.	Nord-Amerika.	China.
1. *Spirifer elegans* Steininger	+	+	.....	+	.....	.....
2. *Spirifer elegans* var. *novosibirica mihi*	.....	.....	.....	.....	—	.....
3. *Spirifer* conf. *Anossofi* M. V. K.	+	+	+	.....	+	.....
4. *Spirifer hians* Buch	.....	+	.....	+	.....	.....
5. *Spirifer Whitneyi* Hall	.....	+	.....	.....	+	.....
6. *Cyrtina heteroclita* Defr.	.....	+	+	+	.....	.....
7. *Orthis striatula* Schloth.	.....	+	.....	+	.....	+
8. *Orthis Bungei* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
9. *Orthis Mac Farlanei* Meek. var. *elliptica mihi*	.....	.....	.....	.....	—	—
10. *Orthis iovensis* Hall var. *quadrangularis mihi*	.....	.....	.....	.....	—	.....
11. *Streptorhynchus umbraculum* Schloth.	.....	+	+	+	.....	.....
12. *Streptorhynchus crenistria* Phillips	+	.....	+	+	.....	.....
13. *Rhyn. acuminata* var. *platyloba* Sow.	.....	+	.....	.....	.....	.....
14. *Rhynchonella* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
15. *Rhynchonella cuboides* Sow.?	.....	+	.....	+	.....	+
16. *Camarophoria Tschernyschewi* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
17. *Pentamerus galeatus* Dal.	.....	+	+	+	.....	+
18. *Atrypa reticularis* Linné	+	+	+	+	+	+
19. *Atrypa aspera* Schloth.	.....	+	+	+	+	—
20. *Productus subaculeatus* Murch.	.....	+	+	+	+	+
21. *Productus Hallanus* Wal.	.....	+	.....	.....	+	.....
22. *Stroph. productoides* Murch.	+	+	.....	+	.....	+
23. *Lingula* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
24. *Cyathophyllum caespitosum* Goldf.	+	+	+	+	.....	.....
25. *Cyathophyllum hexagonum* Goldf.	.....	+	.....	+	.....	.....
26. *Favosites* (*Pachypora*) *cervicornis* Bl.	.....	+	.....	+	+	.....
27. *Alveolites suborbicularis* Lam.	.....	+	.....	+	+	.....
28. *Aulopora serpens* Goldf.	+	+	.....	+	.....	+
29. *Syringopora* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
30. *Stromatoporella eifeliensis* Nich.	.....	.....	.....	+	.....	.....
31. *Stromatoporella* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	7	20	9	18	8+3	7+2

Die Uebersichtstabelle veranschaulicht uns, dass von den 27 bestimmten Arten der Insel Kotelny sich 20 am Westabhang des Urals wiederfinden, während 18 im Rheinischen Stringocephalenkalk (im weiteren, ursprünglichen Sinne), 9 im Petschora-Lande, 8 in Nord-Amerika, 7 im Sibirischen Festlande (Minussinsk), endlich 7 in China vertreten sind. Auf der Tabelle sind die identischen Formen in den einzelnen Rubriken mit + bezeichnet, nahestehende Varietäten sind mit — vermerkt. Wenn wir letztere hinzuziehen, so haben wir mit Amerika 11, mit China 9 Formen gemein, die eine engverwandte Fauna charakterisiren.

Wenn auch die Thatsache, dass von dem verglichenen Devon anderer Länder die Ablagerungen des Urals nächst den Westeuropäischen die bestuntersuchten sind, nicht ausser Acht gelassen werden darf, so müsste uns dennoch der grosse Prozentsatz gemeinsamer Formen, 76%, den die Neusibrischen und Uralischen Faunen besitzen, höchst überraschen. Durch die Arbeit Tschernyschew's sind wir aber bereits darauf vorbereitet, indem er, zu-

erst die Beziehungen zwischen den Uralischen und Amerikanischen Faunen aufdeckend, eine Verbindung des Westeuropäischen Meeres über den Ural, Altai und Sibirien bis Amerika voraussetzte (l. c., p. 196 und 207). Wir sehen hier diese Hypothese glänzend bestätigt. Die jetzigen Neusibirischen Inseln zeigen den Weg, auf welchem die devonischen Meeresfaunen der heutigen Alten und Neuen Welt sich vereinigen und die dem Uralischen ebenso wie dem Neusibirischen Devon eigenthümlichen «feingestreiften *Productus*» (und die Gattung *Leiorhynchus*, die hier zwar noch nicht nachgewiesen wurde) nach Westen, zum Ural einwandern konnten.

In Nord-Amerika sind durch Richardson und Isbister und durch Kennicott, Mac Farlane und Kirby, welchen das paläontologische Material zu der Meek'schen Monographie zu verdanken ist, devonische Transgressionen bis an das Eismeer verfolgt worden [1]). Dort sind Ablagerungen der Hamilton-Group am Mackenzie-river, Anderson-river (Mac Farlane) und Porcupine-river (Kirby) die nächstgelegenen Arme eines Meeres, das sich über die Neusibirische Insel Kotelny vom Ural aus bis zu diesen erstreckte. Sicher werden weitere Forschungen sowohl im arktischen Amerika als auch besonders auf dem Festlande Sibiriens, das zwischen der Jana und der Behringsstrasse noch eine völlige terra incognita ist, reiche Materialien zur Kenntniss der mitteldevonischen Transgression schaffen. Nach dem heutigen Stande unseres Wissens aber sind uns weitere Folgerungen hierüber versagt. Von dem Sibirischen Festlande selbst besitzen wir sporadische Nachrichten, von der Tunguska ist eine durch Czekanowski gewonnene Sammlung devonischer Brachiopoden noch nicht bearbeitet und über das bestrittene Devon, die rothen Sandsteine der oberen Lena, sind wir noch heute im Dunkeln. Ob auf der Neusibirischen Insel Kotelny über der Hamilton-Group sich noch Oberdevon befindet, lässt sich weder bestreiten noch mit Sicherheit vermuthen, da aber in den genannten polaren Gegenden Amerika's Bildungen über den fossilienführenden liegen, welche Meek zum Genessee slate setzt [2]), so ist die Wahrscheinlichkeit analoger Verhältnisse bei uns nicht ausgeschlossen.

Auf Spitzbergen sind Oldredablagerungen bekannt geworden [3]), wahrscheinlich breiten sie sich nördlich von den Neusibirischen Inseln aus und bildeten einst die Küste des Devonmeeres. Ebenso ist wahrscheinlich die Küste des Devonmeeres im Gebiete des Nordamerikanischen Archipels zu suchen [4]). Ob und in wie weit Binnenseebildungen auf dem Festlande Sibiriens zwischen marinen Ablagerungen Raum besassen, werden künftige Untersuchungen lehren. Auf die Beziehungen des Minussinskischen und Altaischen Devon zum Uralischen und Westeuropäischen ist Tschernyschew [5]) nach den heutigen Quellen erschöpfend eingegangen.

---

1) F. B. Meek: Remarks on the Geology of the valley of the Mackenzie River etc.—Trans. of the Chicago Academy of Sciences Vol. I. Part. I, p. 61 folg. Dort findet sich auch die Besprechung und Angabe der einschlägigen Litteratur.

2) Meek. l. c. p. 64, 65.

3) Nach den Angaben Nathorst's (Liefde-Bay-System), benutzt von E. Suess in «Antlitz der Erde», II Band, 1888, p. 84.

4) Vergleiche Suess, l. c., p. 55.

5) Fauna d. mittl. u. oberen Devon. am West-Abh. d. Urals, p. 194—196.

Was endlich das Chinesische Devon betrifft[1]), so wird die Verwandtschaft seiner Fauna, mit der Nordamerikanischen durch die Neusibirische erwiesen, welche, wie gezeigt wurde, Repräsentanten dieser wie jener Fauna enthält.

II.

Silurische Versteinerungen der Ssrednjaja.

Die silurischen Versteinerungen sind, wie schon oben erwähnt wurde, grösstentheils als Flussgeschiebe an den *Ufern der Ssrednjaja*[2]) von mir gesammelt worden. Die Ssrednjaja mündet in die Dragozennaja-Guba (Busen), wo nach den früheren Angaben (Hedenström's und Anjou's) in Thonkugeln eingeschlossene Ammoniten zu finden wären. Sie entspringt unter circa 75° 30′ n. Br. in dem nördlichen Kettengebirge der Insel Kotelny, und zwar an dem Ostabhange desselben; durchbricht zuerst in süd-nördlicher, dann in west-östlicher Richtung das Gebirge; nach ihrem Austritt aber aus dem Gebirge in dem flach hügeligen Vorlande, das von Quartärablagerungen bedeckt ist, strömt sie wieder genau nach Norden dem Meere zu. Ueber die stratigraphischen Verhältnisse konnte ich hier wegen der erwähnten, alle Profile verdeckenden Firnmassen keine anderen Aufschlüsse gewinnen, als die Beobachtung, dass die umherliegenden Blöcke, welche die Versteinerungen enthielten aus der nächsten Umgebung herstammen konnten. Petrographisch stimmte der graue bis schwarzgraue, dichte und krystallinische Kalkstein der Geschiebe mit dem anstehenden Fels überein. Das anstehende Gestein bestand an der einzigen freien Entblössung, an der Stelle, wo das Flüsschen eine scharfe Biegung aus der nördlichen in die östliche Richtung macht, aus fast horizontalen, im Ganzen 39 m. hohen Kalksteinbänken von einer und derselben ebengenannten petrographischen Beschaffenheit. An der Basis dieses Felsens fand sich eine Zwischenschicht, welche unbestimmbare *Orthocerenreste* und eine kleine Brachiopode, *Atrypa? Tschautienensis* Kayser, enthielt. Weiter oberhalb waren die Schichten stark geneigt. Am Fusse dieser wie jener Uferfelsen, ebenso wie im grossen west-östlichen Thale, wurden die Versteinerungen von mir zusammengelesen.

Von einer anderen Localität stammen zwei der weiter unten beschriebenen Leperditien: *Leperditia Sannikowi mihi* und eine varietas der *Leperditia Keyserlingi* F. Schmidt. Die Leperditien wurden aus einem von Herrn Dr. A. Bunge mitgebrachten Handstück heraus-

1) Vergleiche E. Kayer, Devonische Versteinerungen aus dem südwestlichen China, p. 100; in Richthofen's China, Band IV, 1883.

2) Auf Seite 7, Zeile 8 von oben ist statt: der Dragozennaja, des Flusses, an dem etc. — der Srednjaja, eines Flusses, der in die Dragozennaja-Guba mündet, wo etc. zu lesen.

präparirt; dieses, ein dunkelgrauer dichter Kalkstein, war von Herrn Dr. Bunge während seiner beschwerlichen Fahrt längs der Ostküste der Insel Kotelny im Mai 1886 in der Nähe der Quelle des Flusses Dragozennaja, unter c. 75° n. Br. aus einem Felsen geschlagen worden, der ohne Zweifel zu einem Berge gehörte, welcher einen Theil des südlichsten Ausläufers des obengenannten nördlichen Kettengebirges bildet.

Beschreibung der Arten.

BRACHIOPODA.

Genus **Orthis.**

Orthis arctica nov. sp.

Tab. II, Fig. 20.

Gehäuse von halbovalem Umriss, breiter als lang; Schlossrand gerade, der grössten Breite der Muschel entsprechend. Ventralklappe halbconisch sich erhebend, mit grossem spitzzulaufendem, schwach gekrümmten Buckel. Area sehr hoch, dreieckig, durch ein Pseudodeltidium (?) überdeckt. Dorsalklappe schwach convex mit kaum erhobenem Buckel. Weder ein Sinus, noch ein Sattel vorhanden. Oberfläche mit durchschnittlich 30 scharfen Rippen bedeckt, welche nach dem Rande zu dicker werdend sich gabeln. Zwischen je zwei Gabeln tritt eine feinere, etwa bis zur mittleren Höhe der Muschel reichende Rippe. Die Muschel liegt meist in Steinkernen vor, doch an einem Exemplar ist am Rande die Schale erhalten, und hier sieht man deutlich eine dachziegelige Anwachsscultur (auf der Zeichnung nicht wiedergegeben).

Das abgebildete Exemplar hatte folgende Maasse:

Breite 15 mm., Länge 10 mm., Höhe 7 mm.

Orthis arctica gehört durch die sehr hohe Area und die Anordnung der Rippen in die Nähe von *Orthis Bouchardii* Davidson, deren Vorhandensein im Silur des Asiatischen Festlandes, in China, durch die Beschreibung Kayser's[1]) bekannt geworden ist. Die Neusibirische Form aber unterscheidet sich wesentlich von der ebengenannten, durch den halbovalen, nicht fünfeckigen Umriss und durch das Fehlen eines Sinus und einer mittleren Depression auf der Ventralklappe von der typischen *Orthis Bouchardii*. Der Chinesischen Form kommt *Orthis arctica* zwar näher, bleibt ihr aber fern genug durch den höher gehobenen

1) In Richthofen's China, Bd. IV, p. 45, T, II, fig. 23.

Buckel und durch das Zusammenfallen der grössten Breite der Muschel mit der Breitenausdehnung des Schlossrandes.

Orthis arctica fand sich in einem Kalkstein zusammen mit *Phacops* (*Monorakos*) *Schmidti mihi*, *Rhynchonella* sp., *Rhynchonella* nov. sp., *Murchisonia* sp., Ptilodictya sp. u. a. m.

Genus **Rhynchonella.**

Rhynchonella nov. sp.

Tab. II, Fig. 22.

Gehäuse von pentagonalem Umriss. Bauchklappe in der Mitte mit kielförmiger Erhebung, in welche sich ein von stumpfen Kanten begrenzter, ohne Zunge endigender Sinus einsenkt. Rückenklappe mit flachem, tiefliegendem, von zwei Furchen begrenztem Sattel. Ventralbuckel schwach gekrümmt, wenig vorragend. Oberfläche der Muschel mit scharfen Rippen besetzt; 5 Rippen liegen auf den Seiten der Dorsalklappe, von denen die erste und dritte dichotomiren. Auf den Seiten der Ventralklappe befinden sich 4 gegabelte und 2 ungetheilte Rippen. Auf dem Sattel der Dorsalklappe erheben sich zwei, in ihrem Verlauf bis zum Stirnrande zweimal sich gabelnde Rippen.

Die Form unterscheidet sich von allen bisher bekannten Rhynchonelliden, liegt aber leider nur in einem Exemplare vor, das vielleicht nicht einmal ein ausgewachsenes Stadium repräsentirt.

Maase: Länge 6,5 mm., Breite 6,5 mm., Höhe 3,5 mm.

Rhynchonella (?) sp.

Tab. II, Fig. 21.

Eine Dorsalklappe von querverlängert-pentagonalem Umriss mit tiefem Sinus. Der Sinus ist von steilen glatten Rändern begrenzt; auf seinem Grunde erheben sich 3 scharfkantige, durch concave Rinnen von einander getrennte Rippen.

Diese Klappe gehört vielleicht einer *Rhynchonella nucula* Sow. an.

Genus **Atrypa.**

Atrypa (?) **Tschautienensis** Kayser.

Tab. II, Fig. 23.

1883. *Atrypa* (?) *Tschautienensis* Kayser, Richthofen's China, Bd. IV, p. 47, Taf. IV, fig. 12.

Umriss kreisförmig, doch etwas breiter wie lang. Ventralklappe mässig, in der Buckelgegend am stärksten gewölbt; Sinus schwach angedeutet; Stirnrand mit einer leichten Auf-

biegung. Schnabel klein, wenig gekrümmt. Dorsalklappe ebenso wie die Ventralklappe gewölbt, Sattel wenig entwickelt. Gegen 30 ungetheilte stumpfe Rippen bedecken die Oberfläche.

Maasse: Breite 6 mm., Länge 5,5 mm., Höhe 3 mm.

Diese im anstehenden Gestein der Ssrednjaja nicht seltene Muschel stimmt mit der Kayser'schen Form aus der Gegend von Tschau-Tien vollkommen überein und ist nur noch etwas kleiner als die letztere.

Genus **Pentamerus** Sowerby.

Pentamerus sp.

Unter den Geschieben der Ssrednjaja befindet sich ein Kalkstein, der überfüllt ist mit einer Muschel, an der sich nur deutlich die charakteristische Kammerung von *Pentamerus* und die Thatsache constatiren lässt, dass die Oberfläche nicht mit Rippen bedeckt ist.

Ein zur Bestimmung der Art genügendes Exemplar liess sich leider nicht herauspräpariren. Immerhin ist es nicht ohne Interesse, das Vorhandensein eines glatten *Pentamerus*, der wahrscheinlich dem *Pentamerus oblongus* Sow. nahesteht, im Silur der Ssrednjaja feststellen zu können.

Genus **Strophomena** Rafinesque.

Strophomena euglypha Hisinger.

Tab. III, Fig. 6.

1819. *Leptaena euglypha* Hisinger, Anteckn., IV, Tab. VI, fig. 4, a. b.
1867. *Strophomena euglypha* Davidson, Brit. Silur. Brachiop., p. 288, pl. XL, figs. 1—5.
1886. *Strophomena euglypha* Fr. Schmidt, in Maak's: der Kreis v. Wiluisk (russisch), p. 356, Tab. III, fig. 27. (Ohne Beschreibung).

Genaue Synonym. siehe bei Davidson.

Es liegt nur eine unvollständige Ventralklappe vor, die aber soweit typisch ist, dass sich die Art oder wenigstens die Identität mit der von Fr. Schmidt (l. c.) abgebildeten Form vom oberen Olenek durch directen Vergleich feststellen lässt. Die Muschel besitzt, wie die Abbildung zeigt, die charakteristische plötzliche Knickung in der gewölbten Ventralschale, deren zum Stirnrande umgebogener Theil abgebrochen ist. Auf der Oberfläche setzen sich drei bis vier feinere fadenförmige Rippen zwischen je zwei ebensolche gröbere ein. Feine concentrische Anwachsstreifen durchqueren die Rippen.

Strophomena rhomboidalis Wilkens.

Tab. III, Fig. 7c.

1769. *Conchita Rhomboidalis* Wilkens, Nachricht von seltenen Verst., p. 77, Tab. VIII, fig. 43, 44.
1867. *Strophomena rhomboidalis* Davidson, Brit. Silur. Brachiop., p. 281, pl. XXXIX, figs. 1—21 und pl. XLIV, fig. 1.

Synonym. cf. ibidem.

Das Fragment einer Dorsalklappe, welches die charakteristischen welligen Querrunzeln zeigt, gehört augenscheinlich zu dieser Art. Dieses Fragment fand sich zusammen mit *Strophomena euglypha* Hisinger, *Leperditia arctica* Jones, *Leperditia Kotelnyensis mihi*, *Leperditia Czerskii mihi* und *Leperditia (?)* sp. Die Wichtigkeit, die das Vorkommen dieser Brachiopoden in unzweifelhaftem Zusammenhange mit den Leperditien für die Altersbestimmung der letzteren besitzt, berechtigt die Benutzung so mangelhafter Reste wie die den beiden, angeführten Strophomenen.

CRUSTACEA.

TRILOBITAE.

Genus **Phacops** Emmrich.

Phacops quadrilineata Angelin.

Tab. III, Fig. 1, a, b, 3.

1854. *Phacops quadrilineata* Angelin, Pal. Scand. p. 12, tab. 9, fig. 5.
1858. *Phacops Stokesi* Fr. Schmidt, Untersuch. d. silur. Form. Estl. II, p. 184.
1881. *Phacops elegans* Sars et Bock in Fr. Schmidt, Revis. d. ostbalt. silur. Trilob. I, p. 72, T. I, fig. 1; T. X, fig. 10, 11; T. XI, fig. 17.
1885. *Phacops quadrilineata* Lindström, Gotlands siluriska Crustacéer p. 43.
1886. *Phacops quadrilineatus* Fr. Schmidt, in Maak's: d. Kreis v. Wiluisk (russisch), II, p. 361, T. III, fig. 1, 2. (ohne Beschreibung).

Genauer Synom. cf. bei Fr. Schmidt.

An einem zwar unvollständigen Kopfschilde lassen sich die Charaktere dieser Art dennoch mit Sicherheit erkennen. Die Glabella ist von trapezoidalem Umriss, flach convex, der Vorderrand mehr abgeflacht, bogenförmig begrenzt. Die erste und zweite Seitenfurche sind durch schwach lineare, den Vorderrand nicht erreichende Eindrücke auf der Glabella vertreten. Der herzförmige Ausschnitt an der Basis der Glabella ist deutlich zu erkennen, ebenso die Zusammensetzung der ersten Seitenfurche aus zwei getrennten Eindrücken, von

welchen der innere bogenförmig ist, während der äussere an seiner Basis keilförmig verbreitert erscheint; die zweite ebenfalls bogenförmige Seitenfurche steht zur ersten schwach convergirend. Das Wangenschild ist stark verbreitert. Das Auge ist leider nicht vollkommen erhalten. Die Gesichtsnath nur am Vorderrande nachweisbar.

Das Pygidium zeigt einen halbkreisförmigen bis dreieckigen Umriss. Die Rhachis ist stark gewölbt, 6 Glieder erheben sich deutlich, 4—5 wenige deutliche im hinteren Ende. Die Seitenlappen sind schwächer gewölbt und fallen mehr oder weniger steiler ab; sie tragen 6—7 deutlich unterscheidbare, gefurchte Pleuren.

Länge der Glabella 3 mm., grösste Breite 3 mm.

Von grösstem Interesse ist die Identität mit der von Fr. Schmidt (l. c.) abgebildeten Form vom oberen Olenek, wo sie an einem Nebenflusse desselben, der Tomba, von Czekanowski gesammelt wurde, weshalb ich auch den für die Sibirische Form gewählten Namen brauche, ohne mich auf eine kritische Untersuchung dieser schwierigen Formengruppe *Phacops elegans, Stokesi, quadrilineata*, zu der die Neusibirische Art zweifellos gehört, einzulassen[1]).

Subgenus **Monorakos** Fr. Schmidt.

Die Untergattung *Monorakos* ist von Fr. Schmidt im Jahre 1886 als neue Phacopsgruppe aufgestellt worden. Veranlassung dazu gab eine von Bergingenieur J. Lopatin im Jahre 1877 für die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften an der Mittleren oder Steinigen Tunguska erbrachte reiche silurische Sammlung. Von Trilobiten fanden sich in derselben zwei Formen, die von Fr. Schmidt im Bulletin d. l'Acad. Imp. d. Scienc. de St.-Pétersbourg T. XII, 1886 (p. 414—418, fig. 6—10) beschrieben wurden. Nach Fr. Schmidt weichen die beiden Arten von der Tunguska von allen bekannten so weit ab, dass es sich als nothwendig erweist für sie eine neue Untergattung aufzustellen. Der allgemeine flache Habitus, die Form der Glabella, die dadurch charakterisirt wird, dass zu beiden Seiten derselben ein grosser rundlich-dreieckiger Lobus hervortritt, die Seitenhörner und das Pygidium erinnern an die Gattung *Chasmops*, aber die von allen übrigen Formen abweichende Bildung der zweiten und dritten Seitenfurche, welche nur durch kurze rundliche Eindrücke in einer die Loben abtrennenden Furche vertreten sind, geben die Berechtigung zur Aufstellung einer neuen, *Chasmops* zunächst stehenden, Phacopsgruppe, welche wegen des einzigen, mehr oder weniger ausgebildeten, bis zum Nackenringe reichenden Lobus den Namen *Monorakos* erhält.

---

1) Einen neuen Beitrag zur Kenntniss dieser Formen liefert auch G. Wiegand: Ueber Trilobiten d. silur. Geschiebe in Mecklenburg, Zeitschr. d. D. G. G. Bd. XL, 1888, p. 40, T. VI, fig. 1.

Monorakos Schmidti nov. sp.

Tab. III, Fig. 2.

Nach sorgfältiger Präparation glückte es mir die unzweifelhaften Charaktere der Untergattung *Monorakos* an der Glabella des einzigen Exemplares festzustellen, doch weicht die Neusibirische Form von den beiden der Mittleren Tunguska, *Monorakos Lopatini* und *Monorakos sibiricus*, so weit ab, dass sie als eine neue, dritte Art dieser für das Silur Sibiriens eigenthümlichen Untergattung aufgefasst werden muss.

Die Glabella ist stark gewölbt, der Vorderrand bildet einen Winkel, der einem rechten nahe kommt; die Glabella ist daher von pentagonalem Umriss, wobei sich die Länge derselben zur Breite, wie 5 : 4 verhält. Der Stirnlappen ist sechsseitig und nimmt $^2/_3$ der Glabella ein. Der rechte und linke Seitenrand verläuft ununterbrochen und nach hinten convergirend. Zwei ununterbrochene, bogenförmige mit ihrer Convexität sich gegenüber liegende Rinnen, die in den Nackenring ausmünden, trennen die grossen, rundlich dreieckigen Seitenloben von der Glabella. In dieser Rinne sind die Vertreter der Seitenfurchen vertheilt und zwar so, dass der vorderste Theil der bogenförmigen Rinne dem ersten, nach hinten convergirenden Seitenfurchenpaare entspricht; darauf folgen als zweites Seitenfurchenpaar zwei kleine rundliche Vertiefungen und als drittes zwei nach vorn convergirende Furchen. Auf der Oberfläche der Glabella ist eine schwache Tuberkulirung wahrnehmbar. An dem vorliegenden Exemplare ist ausser dem Nackenringe und einem Theile des linken Wangenschildes, ohne das Auge, leider nichts mehr erhalten.

Maasse: Länge des Kopfschildes 10 mm., Breite der Glabella 7,5 (?) mm.

Die stärkere Wölbung der Glabella, der hexagonale Umriss des Stirnlappens und die Bildung der Seitenfurchen, von welchen bei der Neusibirischen Form nur die zweite durch einen rundlichen Eindruck vertreten ist, unterscheiden diese Art von den beiden Species der Mittleren Tunguska. Es gewährt mir eine ganz besondere Freude diese von Herrn Akademiker Fr. Schmidt neu entdeckte Untergattung auch auf der Neusibirischen Insel Kotelny wiedergefunden zu haben, und ich erlaube mir die neue Art zu Ehren dieses Autors zu benennen.

Genus **Proetus** Steininger.

Proetus sp.

Tab. III, Fig. 4.

Es ist nur das Pygidium und ein Theil des Wangenschildes, ohne das Auge, vorhanden. Die conische Rhachis ist breit und stark gewölbt, die Seiten des ganzrandigen Pygidiums sind berippt. Am Wangenschilde ist ein deutlicher Randwulst vorhanden, der mit einem Sta-

chel endigt. An dem Wangenschilde, das offenbar an seiner Naht abgebrochen ist, verläuft letztere ebenfalls wie bei *Proetus*. Alle diese Merkmale machen es höchst wahrscheinlich, dass wir es mit dieser Gattung zu thun haben.

Genus **Bronteus** Goldfuss.

Bronteus Andersoni Eth. jun. et Nich.

Tab. III, Fig. 5.

1879. *Bronteus Andersoni* Etheridge jun. and Nicholson, Silur. Fossils of the Girvan District in Ayrshire, Fasc. II, p. 162, pl. XII, figs. 3—5.

Ist das Vorhandensein der Gattung *Bronteus* unter den Versteinerungen der Ssrednjaja schon von grossem Interesse, so muss letzteres noch durch die vorliegende Art bedeutend zunehmen. Es ist nur eine beschränkte Anzahl, die ausserdem an bestimmte Horizonte des Silur gebunden ist, von *Bronteus*arten bekannt, welche sich durch eine Segmentirung der Axe des Pygidiums charakterisiren; zu diesen gehört auch unsere Form, die in einem gut erhaltenen Pygidium vorliegt.

Der Umriss des Pygidiums ist oval, nach hinten regelmässig zugespitzt; die Oberfläche ist schwach gewölbt, doch am Centrum um die Axe herum abgeplattet; 7 abgeplattete, scharf ausgeprägte Strahlen liegen zu beiden Seiten eines breiteren mittleren. Die conische Rhachis erhebt sich aus einer nabelartigen Vertiefung in der Wölbung. 7 (?) anscheinend den Strahlen entsprechende Segmente zertheilen die Rhachis. Eine transversale, concentrische Streifung geht deutlich über die Strahlen hinweg.

Diese Charaktere, namentlich die äussere Form, die Anzahl der Strahlen und der Segmente auf der Rhachis und die concentrische Streifung, sind genau dieselben, wie sie für *Bronteus Andersoni* von Etheridge und Nicholson (l. c.) angegeben werden, nur kommt an der Schottischen Form auf der Rhachis noch eine longitudinale Dreitheilung zu Stande, die bei der Neusibirischen nicht vorhanden ist. Da aber die Autoren des *Bronteus Andersoni* anführen: «This axal segmentation is discernible only in a few specimens, the nature of the matrix being such that the finer and more delicate characters are obliterated, but in one or two of the specimens in question it is distinctly exhibited»—und da auch von den beiden Abbildungen nur die eine (Fig. 3) die longitudinale Dreitheilung der Axe wiedergiebt, während auf Fig. 4 die Zeichnung der Axe vollkommen mit derselben der Neusibirischen Art übereinstimmt, so sehe ich in dem letzten Charakter kein durchgreifendes Merkmal für diese Art und keinen Grund unsere Form nicht mit *Bronteus Andersoni* zu identificiren. Das etwas mehr vorgezogene Pygidium unserer Form dürfte wohl kaum als wesentliche Unterscheidung angesehen werden können.

Von dem Böhmischen *Bronteus planus* Barrande ist die Neusibirische Art durch die Längsfurchen und die geringere Anzahl der Segmente auf der Axe der ersteren unterschieden. *Bronteus simulans* Barrande und *B. signatus* Phillips, die einander sehr nahe stehen, zeichnen sich von *B. Andersoni* durch die geringere Anzahl und stärkere Entwickelung der einzelnen Ringe der Axe aus, ausserdem besitzt *B. simulans* bedeutend höhere und schmälere Strahlen.

Maasse: Länge 5 mm., Breite 7 mm.

Bronteus Andersoni fand sich zusammen mit *Phacops quadrilineata* Angelin.

OSTRACODA.

Genus **Leperditia** Rouault.

Leperditia Kotelnyensis nov. sp.

Tab. III, Fig. 8, 9, 12.

Die Länge der Schale übertrifft ungefähr ein und einhalbmal die Höhe. Die Schalen sind vorn und hinten stark vorgezogen. Schlosslinie zwei Drittel der Länge der Muschel. Grösste Höhe im hinteren Abschnitt. Der Bauchrand steigt nach vorn allmählich an.

Die rechte Schale ist durch zwei am Bauchrande vorspringende Ecken von sechsseitigem Umriss. Je ein tiefer Porus begrenzt seitlich die Ecken des Bauchrandes. Zu dem hinteren Porus tritt noch ein kleinerer hinzu. Die grösste Convexität befindet sich in der Mitte der Schale. Diese ist seitlich abgeplattet und fällt nach vorn steiler als nach hinten ab. Muskelfleck rundlich. Der Umschlag befindet sich zwischen den beiden vorspringenden Ecken des Bauchrandes.

Auf der linken Schale verläuft parallel dem Schlossrande ein Wulst. Der Augentuberkel (derselbe ist an der rechten Schale ausgebrochen), erhebt sich aus einer schwachen dreieckigen Vertiefung. Der scharfrandige Umschlag nimmt die ganze Breite des Bauchrandes ein. Die grösste Wölbung ist in der Mitte, aber dem Bauchrande näher gelegen. Auf dem Vorder- und Hinterrand ein schmaler abgeplatteter Rand. Es liegen eine rechte und eine linke Schale eines erwachsenen Individuum und eine linke Schale eines jungen Exemplares vor.

Maasse:	Rechte Schale:	Länge	12 (?)	mm.,	Schlosslinie	7	mm.,	Grösste Höhe	7	mm.
	Linke Schale:	»	10	mm.	»	7	»	»	6	»
	» »	»	4	»	»	2,8	»	»	2,4	»

Die beschriebene Form gehört ohne Zweifel zu der Gruppe der *Leperditia grandis* Schrenck (in Fr. Schmidt: Russ. silur. Leperditien, p. 10, fig. 3, 4, 5, 6), aus welcher die *Leperditia Wiluiensis* Fr. Schmidt (Russ. silur Leperditien, p. 17, fig. 27, 28; *Miscellanea silurica* III, p. 21, Tab. I, fig. 20—23 und in Maak's d. Kreis v. Wiluisk p. 361, Tab. III, fig. 5 a, b, c, [russisch]) der *Leperditia Kotelnyensis* am nächsten steht. Letztere unterscheidet sich aber von der *L. Wiluiensis* durch die zweimal gebrochene Bauchlinie der rechten Schale, wodurch die Neusibirische Form eine sechsseitige Gestalt erhält, während die *Leperditia* vom Wilui und vom oberen Olenek einen fünfseitigen Umriss besitzt; ferner auch durch den breiteren Umschlag der rechten Schale.

Leperditia arctica Jones.

Tab. III, Fig. 7a, 10.

1852. *Leperditia Balthica, var. Arctica* Jones, Salter's Appendix to Sutherland's Journ. of a Voyage in Baffin's Bay etc., vol. II, p. CCXXI, pl. 5, fig 13.

1856. *Leperditia Arctica* Jones, Annals and Magazine of Nat. Hist. II Ser., Vol. XVII, p. 87, pl. VII, fig. 1—5.

Eine rechte und eine linke, aber nicht zu ein und demselben Exemplar gehörige Schale, stimmen im Ganzen mit den von Jones l. c. angeführten Charakteren überein. Auch hier ist die grösste Convexität in der Nähe des Centrums; der vordere und hintere Dorsalwinkel sind scharf ausgeprägt; der Umriss der rechten Schale ist fünfeckig oder subtriangulär (Jones). Nur der vordere und hintere Lateralwinkel erreichen nicht die Schärfe, wie bei der Form aus dem Nord-Amerikanischen Archipel. Bei der linken Schale ist auch hier die grösste Höhe am hinteren Ende. Die Gestalt ist verlängert eiförmig und ebenso wie dort zieht sich parallel der Schlosslinie ein verdickter Wulst hin. Der Augentuberkel und ein Muskelfleck vorhanden.

Maasse: Rechte Schale: Länge 4 mm., Schlossrand 2,5 mm., Grösste Höhe 3 mm.
Linke Schale: » 5,5 » » 3,5 » » » 3,4 »

Leperditia Czerskii nov. sp.

Tab. III, Fig. 11.

Ein ganzes Exemplar zeigt folgende Charaktere: Umriss zugespitzt eiförmig; die Länge der Schale übertrifft die Höhe, welche dem Schlossrande gleichkommt, fast um das Doppelte. Die grösste Convexität befindet sich etwas vor der Mitte. Der Umschlag der linken Schale ist breit, scharfrandig, rechtwinklig umgebogen. Der Umschlag der rechten Schale besitzt am vorderen (und hinteren)? Ende einen rundlichen Einschnitt. Augentuberkel deutlich und von einem halbmondförmigen Schilde umgeben. Randsaum, besonders an der rechten Schale wohl entwickelt.

Maasse: Länge:	Schlossrand:	Grösste Höhe d. linken Schale:	Grösste Breite:
9 mm.	5 mm.	5 mm.	4 mm.

Diese Form steht der Nord-Amerikanischen *Leperditia Pennsylvanica* Jones (Annals and Magazine of Nat. Hist. III. Ser., Vol. I, p. 251, pl. X., fig. 12, 13, 1858) am nächsten, von der sie sich aber durch die stärker vorgezogenen Vorder- und Hinterecken und durch den Einschnitt am Umschlage der rechten Schale unterscheidet.

Ich benenne die Neusibirische Form zu Ehren des um die Kenntniss der Geologie Sibiriens hochverdienten Forschers, Herrn N. Czerski.

Leperditia Sannikowi nov. sp.

Tab. III, Fig. 13—18.

Diese zierliche Art unterscheidet sich von allen bekannten Leperditien durch eine regelmässig angeordnete Tuberkulirung auf ihrer Oberfläche. Eine Reihe Tuberkeln befindet sich auf einer von der Mitte des Schlossrandes nach hinten bogenförmig verlaufenden Leiste. Diese Leiste ist für alle vorliegenden Exemplare dieser Art charakteristisch, die Tuberkeln auf derselben sind aber nur auf den Formen zahlreich und stark entwickelt, welche ausserdem in der Nähe des Bauchrandes und auf dem hinteren Abschnitt von einer rundlich gruppirten Anzahl von Tuberkeln geziert sind. Diejenigen Exemplare, welche auf der bogenförmigen Leiste nur vereinzelte Tuberkeln tragen, zeichnen sich ausserdem durch einen stärker ausgeprägten Randsaum aus, während sie sonst denselben Umriss zeigen wie die tuberkulirten Formen. Ich halte mich demnach berechtigt zwei Varietäten ein und derselben Art zu unterscheiden:

1) *Varietas ornata* — mit einer Reihe Tuberkeln auf der bogenförmigen Seite und mit einem rundlichen Haufen von Tuberkeln in der Mitte des Bauchrandes und auf dem hinteren Abschnitt der Muschel. Die Länge der Schale übertrifft ein und einhalbmal die Höhe. Die Schlosslinie ist gleich der Höhe. Vorderseite spitzzulaufend, Hinterseite vorgezogen, abgerundet. Grösste Convexität in der Mitte der Schale. Augentuberkel auf einem zweilappigen Schilde sich erhebend. Ein rundlicher Muskelfleck schwach angedeutet. Am Vorder- und Hinterrand ein schmaler Randsaum.

2) *Varietas simplex* — mit einer Reihe vereinzelter Tuberkeln auf der kurzen bogenförmigen Leiste und mit breiterem Randsaum, sonst in der Form der vorigen vollkommen gleich.

Maasse:

	Länge:	Schlosslinie:	Grösste Höhe:	Breite:
1) Rechte Schale:	7,5 mm.	4 mm.	5 mm.	—
2) » »	8	4	5	—
2) » »	5	2,5	3	—
1) Ganzes Exemplar:	6	3,2	4	2,5 mm.
2) Linke Schale:	7,5	4	4	

Zum ehrenden Andenken an den ersten Erforscher der Inseln Kotelny und Neusibirien, den Entdecker der Bennet-Insel und des Sannikow-Landes — den schlichten Jakutsker Kleinbürger Jacob Sannikow schlage ich diese neue Form zu benennen vor.

Leperditia Keyserlingi Fr. Schmidt var.

Tab. III, Fig. 19.

1873. *Leperditia Keyserlingi* Fr. Schmidt, Russ. silur. Leperd., p. 20, fig. 32, 33, 34.
1881. *Leperditia Hisingeri* Jones, Annals and Magazine of Nat. Hist., Ser. V, Vol. 8, p. 339, pl. XIX, fig. 51.
1882. *Leperditia Keyserlingi* Fr. Schmidt und Jones, Annals and Mag. etc., Ser. V, Vol. 9, p. 170.
1883. *Leperditia Keyserlingi* Fr. Schmidt, Miscellanea silurica III, p. 13, Tab. I, fig. 4.

Eine linke Schale von gestreckter, stark aufgetriebener Form zeigt das Hauptmerkmal dieser Art — die Verticalfurche hinter dem Augentuberkel. Der Vorderrand ist deutlich abgesetzt und von einer Furche, die zum Bauchrande reicht, begrenzt; der Umschlag ist glatt, linear. Die grösste Höhe ist etwas vor der Mitte, wodurch die Neusibirische Form von der typischen unterschieden ist. Ausserdem hat die vorliegende Form einen von vorn nach hinten mehr verlängerten Umriss als die baltische *Leperditia Keyserlingi*. Da nur ein Exemplar vorliegt, so ist es nicht möglich eine Constanz dieser Unterschiede oder eine völlige Identität mit der baltischen Art festzustellen. Jedenfalls gehört unsere Form in die Gruppe der *Leperditia Hisingeri* Fr. Schmidt.

Maasse: Länge 4 mm., Schlosslinie 3 mm., Höhe 3 mm.

Leperditia (?) sp.

Tab. III, Fig. 20.

Der Vollständigkeit wegen gebe ich noch die Abbildung einer 7 mm. langen linken Schale, die aller Wahrscheinlichkeit nach in den Formenkreis der *Leperditia Hisingeri* Fr. Schmidt hineingehört. Sie ist leider nicht vollständig und kann daher nicht definirt werden. Besonders schön tritt hier der ovale Muskelfleck hervor, innerhalb welches noch ein excentrisch gelegener heller Fleck unterschieden werden kann.

Die Färbung der Schale ist wie bei allen an der Ssrednjaja gesammelten Leperditien braun, während die zwei übrigen, *Leperditia Sannikowi* und *Leperditia Keyserlingi*, schwarz gefärbt sind. Mir scheint aber, dass auf die Färbung nicht viel Gewicht gelegt werden darf, da in diesem Falle wenigstens dieselbe von der Färbung des Gesteines abhängig ist.

ANTHOZOA.

Genus **Favosites** Lamarck.

Favosites Gotlandica Lamk.

Tab. IV, Fig. 4 a, b.

1816. *Favosites Gothlandica* Lamarck-, Hist. d. An. sans. Vert., vol. II, p. 206.
1879. *Favosites Gothlandica* Nicholson, Tabulate corals, p. 46, pl. I, fig. 1—6.
1882. *Favosites Gotlandicus* Lindström, Silur. Korallen a. N. Russl. u. Sib., p. 8, 12, 19.
Synom. cf. bei Nicholson.

Die regelmässigen Polygone der Kelchmündungen, die dichtgedrängten wagerechten Böden (4 auf einen Millimeter) und die unregelmässigen Porenreihen geben das Recht, diese in mehreren wohlerhaltenen Exemplaren vorliegende Neusibirische Favositide zu der genannten Art zu zählen. Sie stimmt auch beim directen Vergleich mit den von Lindström bestimmten Korallen des Sibirischen Festlandes (Olenek, Mittlere und Untere Tunguska) vollkommen überein. Von gleich geringer Entwickelung sind hier wie dort die Sternleisten.

Favosites Forbesi Edw. and Haime.

Tab. IV, Fig. 5 a, b.

1846. *Calamopora polymorpha* Keyserling, Petschoraland, p. 138.
1854. *Favosites Forbesi* Milne-Edwards and Haime, Brit. Foss. Cor., p. 258, Pl. LX, figs. 2—2g.
1879. *Favosites Forbesi* Nicholson, Tabulate corals, p. 56, Pl. I, fig. 7; Pl. II, fig. 1, 1a, 1b; caet. excl.
1882. *Favosites Forbesi* Lindström, Silur. Korallen a. N. Russl. u. Sib. p. 8, 9, 11, 19.
Gen. Synom. cf. bei Nicholson.

Eine Reihe gut erhaltener Exemplare, unter welchen eines die Grösse von 18 cm. im Querdurchmesser, bei einer Höhe von 7,5 cm., erreicht, zeichnen sich als zu dieser Art gehörig durch die unregelmässigen Polygone der Kelchmündungen und die entfernter stehenden Böden (2 auf einen Millimeter) vor der zuletzt beschriebenen Form aus.

Genus **Alveolites** Lemarck.

Alveolites Labechei Edward and Haime.

1851. *Alveolites Labechei* Edwards and Haime, Pol. Foss. d. Terr. Pal., p. 257.
1854. *Alveolites Labechei* Edwards and Haime, Brit. Foss. Cor., p. 262, Pl. LXI, figs. 6—6b.
1879. *Alveolites Labechei* Nicholson, Tabul. Corals, p. 128, Pl. VI, fig. 3, 3a.
1882. *Favosites Labechei* Lindström, Sil. Korall. a. N. Russl. u. Sib., p. 12.

An dem vorliegenden Exemplare tritt die charakteristische subtrianguläre Mündung der Kelche deutlich hervor. Im Dünnschliff zeigen sich die nach oben gerichteten dornförmigen Septa, die häufigen Poren und Böden genau der Beschreibung und Abbildung Nicholson's (l. c.) entsprechend. Das Neusibirische Exemplar unterscheidet sich nicht von denen der Mittleren Tunguska.

Genus **Columnaria** Goldfuss.

Columnaria alveolata Goldfuss.

Tab. IV, Fig. 6 a, b.

1826. *Columnaria alveolata* Goldfuss, Petref. Germ., t. i., p. 72, Tab. XXIV, fig. 7.
1879. *Columnaria alveolata* Nicholson, Tabul. Corals, p. 155, Pl. X, fig. 1, 1a.
1882. *Columnaria alveolata* Lindström, Sil. Korall. a. N. Russl. u. Sib. p. 15.

Mehrere schön erhaltene Stöcke zeigen alle Charaktere dieser Art, nur sind die Septa nicht von so gesetzmässiger Ungleichheit wie bei der von Nicholson (l. c) beschriebenen Nordamerikanischen Koralle. Die vorliegenden Exemplare stimmen aber mit den von Lindström beschriebenen aus der Lopatin'schen Sammlung gut überein. Wie die Korallen der Mittleren Tunguska besitzen auch die Neusibirischen eine grössere Anzahl von Septen als die bisher bekannten, und zwar durchschnittlich 28.

Genus **Heliolites** Dana.

Heliolites interstinctus L.

1745. *Millepora subrotundata* etc. Linné, Corallia Balthica, p. 30, fig. XXIV.
1767. *Medrepora interstincta* Linné, Systema Naturae, ed. XII, vol. I, p. 1276.
1846. *Porites interstinctus* Keyserling, Petschoraland, p. 175.
1882. *Heliolites interstinctus* Lindström, Sil. Korall. a N. Russl. u. Sib., p. 8, 9, 19.
1883. *Heliolites interstinctus* Lindström, Obersilur. Korallen v. Tschau-tien, Richthofen's China, Bd. IV, p. 54, Tab. V, fig. 7.

An einem kleinen Exemplar von 1 cm. im Durchmesser lassen sich beim Anschliff deutlich die Septa der «Kelche» und die unregelmässigen Polygone des «Coenenchyms» unterscheiden. Letztere finden sich in einzelnen Kelchen von der Wand umschlossen und geben dadurch ein Bild von der Knospung, wie sie Lindström bei seiner Arbeit über die obersilurischen Korallen von Tschau-tien (p. 60, tab. VII, fig. 9) abgebildet und beschrieben hat.

Genus **Halysites** Fischer.

Halysites catenularia Lin.

1767. *Tubipora catenularia* Linné, Syst. nat. ed. XII, vol. I, p. 1270.
1882. *Halysites catenularia* Lindström, Sil. Korall. a. N. Russl. u. Sib., p. 9, 14.
1883. *Halysites catenularia* Roemer, Laethea palaeozoica, p. 486, Taf. 9, Fig. 6a, 6b.
Genaue Syn. cf. ibidem.

Bei der sehr schwierigen Artbegrenzung der Halysitiden habe ich mich nach Möglichkeit bemüht die auf so schöne Untersuchungen begründete Eintheilung Fischer-Benzon's[1]) zu benutzen. Da aber bisher eine Bestätigung der von ihm vorgeschlagenen Eintheilung durch entsprechende Studien an einem reicheren Material aus anstehendem Gesteine, wie sie von F. Roemer (l. c., p. 486) erwartet wird, noch nicht erfolgt ist, konnte dieselbe nicht als einzige Richtschnur dienen. Andererseits aber reichten die beiden Arten, welche allein von den meisten Autoren genannt werden, *Halysites catenularia* Linné und *Halysites escharoides* Lamarck bei der Bestimmung der vorliegenden Formen nicht aus.

Zu der obenbezeichneten Art rechne ich Formen mit 2—3 mm. im Längsdurchmesser und 1,5 mm. im Breitendurchmesser haltenden ovalen Kelchmündungen. Das *Coenenchym* (Lindström) oder die Zwischenwände (Fischer-Benzon) bestehen, wie bei allen Neusibirischen Halysitiden, aus dichter Kalksubstanz ohne die geringste zellige oder kammerartige Differenzirung. Die Septa sind kurz, dornenförmig, nicht viel über den Rand der Wand vorragend; die Zahl der Böden beträgt 4—6 auf 2 mm. Eine engmaschigere Varietät mit rundlicheren Kelchen von 1 mm. im Durchmesser und deutlicher längsgestreifter Epithek muss ich ebenfalls zu dieser Art und nicht zu *Halysites escharoides* rechnen, obgleich sie der von Lindström bestimmten Koralle vom Olenek aus der Czekanowski'schen Sammlung des Mineralogischen Museums der Akademie äusserlich sehr ähnlich sieht. Diese Varietät besitzt aber noch schwächer entwickelte Septa, was ihr den Hauptcharakter der *Halysites escharoides* der meisten Autoren nimmt, bei welcher sogar Anlagen zu Columellabildungen vorhanden sein sollen.

Halysites parallela Fr. Schmidt.

Tab. V. Fig. 4, 5.

1858. *Catenipora parallela* Fr. Schmidt, Archiv. f. Naturk. Liv., Ehst.- u. Kurlands, I. Ser., Bd. II, p. 209.
1870. *Halysites parallela* Fischer-Benzon, Mikrosk. Untersuchung. üb. Halysites-Arten, p. 20, Taf. II, fig. 10.

Schon äusserlich ist diese Form von der vorigen Art unterschieden, indem die Seitenwände der Kelche mit einander parallele Linien bilden. Die Kelchmündungen besitzen einen an-

1) Mikroskopische Untersuchungen über die Structur der Halysites-Arten etc. v. Dr. R. v. Fischer-Benzon, Abhand. d. naturw. Ver. in Hamburg, Bd. V, 1870.

nähernd rechteckigen Umriss, bei einem Durchmesser von 1 mm. Aussenwände der Kelche und Coenchym sind viel dünner als bei der vorigen Art. Die Epithek ist glatt. Septa erscheinen deutlich als abgerundete, nicht dornförmige Zacken, und zwar 6—7 an den Aussenrändern, 1—3 an der geraden «Zwischenwand». 3 meist horizontale Böden kommen auf einen Abstand von 2 mm.

Mir scheinen die angeführten Charaktere hinreichend, um diese Form als selbstständige Art aufrecht zu erhalten, wenn sie auch durch Uebergänge mit *Halysites catenularia* verbunden sein mag. Uebergänge aber finden sich bekanntlich zwischen *H. catenularia* und *H. escharoides* nicht weniger. Die vorliegende Art unterscheidet sich von der Fischer-Benzon'schen nur durch das Vorhandensein von Septen, die jenem Autor nachzuweisen nicht gelang, was sicher dem schlechten Erhaltungszustande jener Koralle zuzuschreiben ist. Ausserdem finden sich bei der Neusibirischen Form häufigere Anastomisirungen als bei der Fischer-Benzon'schen Art.

Halysites Keyserlingi nov. sp.

Tab. IV, Fig. 10, Tab. V, Fig. 1, 2.

Der halbkugelige Stock besitzt eine concave Basis und erreicht eine Höhe von 4,4 cm. und einen Durchmesser von 6,7 cm. Die Kelchröhren verästeln sich durch Anastomosen vom Grunde des Stockes aus, wodurch im Verticalschnitt ein netzartiges Aussehen entsteht. Die Kelchmündungen sind fast kreisrund, haben einen Durchmesser von 1—1,7 mm. und bilden Centren, in denen 10 und mehr Kelche dicht an einander liegen, wodurch sie das Aussehen einer Favositide erhalten und leicht zu dem Irrthum verführen könnten, dass hier eine Symbiose von einer *Favosites* und einer *Halysites* zu Stande gekommen sei. Die Tabulae sind sehr zahlreich, 8 auf einen Millimeter, und oft so stark nach unten gebogen, dass sie in dünnen Horizontalschliffen als concentrische Ringe im Lumen des Kelches getroffen werden, wodurch sie bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck von Verdickungsringen der Pachyporen machen. *Halysites Keyserlingi* bildet den Uebergang von den *Halysites*-Arten vom Typus der *H. catenularia* zu der Amerikanischen *Halysites compactus* Rominger aus dem Obersilur des Staates Michigan (Geological Survey of Michigan Vol. III, Part. II, 1876, p. 79, Pl. XXIX, fig. 3), bei welcher alle Kelchröhren gleichmässig *Favosites*-artig zusammengedrängt sind und nur einzelne kleine Zwischenräume von der Grösse ihres eigenen Durchmessers frei lassen. Ich schlage vor diese neue Art zu Ehren des Grafen A. Keyserling zu benennen, zu Ehren des Autors, dem die Wissenschaft bereits vor 41 Jahren die erste paläontologische Kunde von der Insel Kotelny zu verdanken hatte.

Genus **Palaearea** Lindström.

Palaearea Lopatini Lindström.

Tab. IV, Fig. 8, 11, Tab. V, Fig. 3, 6.

1882. *Palaearea Lopatini* Lindström, Sil. Korall. a. N.-Russland u. Sibir., p. 11, fig. 8.

Diese Gattung wurde durch Lindström (l. c.) aus der Sammlung des Herrn Lopatin von der Mittleren Tunguska entdeckt und beschrieben. Das einzige auf der Insel Kotelny gefundene Exemplar zeichnet sich durch gute Erhaltung aus und ist von denen der Tunguska nicht zu unterscheiden, nur liess sich hier noch die ergänzende Beobachtung machen, dass die Septalblätter wohl durchlöchert sind (cf. T. V, f. 3). Wenn dadurch die Verwandtschaft mit der tertiären Gattung *Litharea* erwiesen wird, so scheint mir doch das blasige Dissepiment, das sowohl die Räume zwischen den einzelnen Kelchen (cf. T. V, fig. 3) als auch den Innernraum der Kelche (cf. Tab. V, fig. 6) erfüllt, ebenso auf die enge Beziehung zu den Tetrakoralliern hinzudeuten. Wir hätten demnach auch in dieser Gattung ein neues Zwischenglied zwischen Tetrakoralliern und Hexakoralliern zu sehen.

Genus **Cyrtophyllum** Lindström.

Cyrtophyllum densum Lindström.

Tab. IV, Fig. 7 a, b.

1882. *Cyrtophyllum densum* Lindström, Sil. Korall. a. N.-Russl. u. Sib., p. 17, fig. 1—2.

Die Geschichte dieser Koralle ist dieselbe wie die der vorigen. An der Ssrednjaja gehört sie zu den häufigeren Arten. Sie stimmt mit der von Lindström gegebenen Beschreibung vollkommen überein. An den sehr schön erhaltenen Exemplaren liessen sich alle Charaktere gut verfolgen: die rundlichen Kelche besitzen kurze, nach oben gerichtete dornförmige Septen, c. 40 an der Zahl, welche sich nach Aussen verlängern und mit den Fortsetzungen der Septen der benachbarten Kelche sich vereinigen. Die Zwischenräume zwischen den Kelchen sind von blasenförmigem Dissepiment erfüllt. Eine äussere Mauer fehlt den Kelchen. Die Böden sind stark nach oben gewölbt und nur ausnahmsweise ist die Wölbung noch einmal nach unten vertieft oder abgeplattet.

Genus **Syringopora** Goldfuss.

Syringopora nov. sp.

Tab. IV, Fig. 9, 12.

Da nur ein Exemplar vorliegt, lässt es sich nicht entscheiden, ob wir eine ausgewachsene oder eine junge Form vor uns haben. Der ovale, rasenförmige, auf der Unterseite concave Stock besteht aus cylindrischen eng aneinanderliegenden Röhren, die im unteren und centralen Theile *Aulopora*-ähnlich sich ausbreiten und im oberen und peripheren Theile aufrecht gestellt

sind. Der Zwischenraum zwischen den Röhren ist nicht breiter als die Dicke der Kelchwände. In den Kelchen lassen sich unregelmässig faltenförmige Septen und die tief ausgezogenen Tabulartrichter unterscheiden. Letztere treten durch die Querröhren der einzelnen Kelche mit einander in Verbindung. Die Querröhren bilden dadurch, dass sie auf gleicher Höhe geordnet sind, fortlaufende Lamellen, wodurch unsere Form eine enge Verwandtschaft mit *Syringopora tabulata* Edwards und Heime bekundet. Sie unterscheidet sich aber von der devonischen Art dadurch, dass der Lamellen sich nur wenige finden, im centralen Theile eine, im peripheren zwei.

Syringopora sp.

Der Erhaltungszustand dieser Art erlaubt keine genauere Bestimmung. Sie zeichnet sich durch die ungewöhnliche Grösse ihrer Kelche und die wenig trichterförmigen, nur leicht nach unten gebogenen Böden aus.

PROTOZOA.

Foraminifera.

Bei der Abfassung einer vorläufigen Notiz[1]) über den Fund von zahlreichen Foraminiferenschalen beim Studium von Dünnschliffen obenbeschriebener Neusibirischer Korallen war mir die vollständige Litteratur noch nicht zur Hand gekommen. Dank den Hinweisen Neumayer's in seinem eben erschienenen Werke, «Die Stämme des Thierreiches»[2]), habe ich die bisher bekannt gewordenen Angaben über das Vorkommen von Foraminiferen in silurischen Ablagerungen kennen lernen können. Es sind, wenn wir die von Ehrenberg[3]) aus dem untersilurischen Glauconitsand von St. Petersburg beschriebenen Steinkerne nicht hierher rechnen, 7 Gattungen bisher von Autoren angeführt, und zwar von Terquem[4]) die Gattung *Placopsilina*, in drei Arten, *Placopsilina prisca*, *antiquata* und *venusta*, welche er nach an Crinoiden ansitzenden Steinkernen aus dem Silur von Waldron (Indiana) beschrieb und abbildete. Keeping[5]) bildet Steinkerne von *Dentalina*, *Textilaria* und *Rotalia* (?) ab. Brady theilt im Challenger-Bericht[6]) zwei Arten der Gattung *Lagena*, *L. laevis* Mont. und *L. sulcata*

1) Notiz über das Vorkommen von Foraminiferen im Silur der Neusibirischen Insel Kotelny, Verhandl. der Russisch.-Kaiserl. Mineralogischen Gesellschaft, II Ser., XXV. Band, p. 304, 1889, und Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1889, Bd. I, p. 203.

2) pag. 203.

3) Monatsberichte der K. Pr. Akad. d. Wissensch. 1854, p. 392 u. 410; 1858, p. 295 u. 324, Tab. I; Abhandlung d. K. Pr. Akad. d. Wissensch. 1855, p. 98, 112 u. 172, Tab. II.

4) Bulletin de la Société Géologique de France, III Ser., VIII Tome, 1880, p. 414—418, pl. XI.

5) The Geological Magazine, New Series, Decad. II, Vol. IX, 1882, p. 490, pl. XI, fig. 13—15.

6) Report of the Voyage of Challenger, Zoology, Vol. IX, 1884, p. 449, 450.

W. und *Z.*, mit, die von Mr. John Smith in obersilurischen Schiefern von Straffordshire und Herefordshire entdeckt worden seien. Bei Nicholson und Etheridge[1]) endlich findet sich die Beschreibung von *Girvanella problematica* Nich. und Ether. und *Saccamina Carteri* Brady. Solchen vereinzelten Daten gegenüber muss uns jeder noch so kleine Beitrag zur Kenntniss unserer ältesten Lebewesen willkommen sein. Wenn auch bei den von mir entdeckten Foraminiferen nicht, wie ich anfangs hoffte, die Schalen in genügend gutem Zustande erhalten sind, um den feineren Bau der Schalen der ältesten Foraminiferen mit den heutigen vergleichen und daraus Schlüsse auf die Phyllogenie dieses Thierstammes ziehen zu dürfen, da bei der Bildung des die organischen Reste umschliessenden Gesteines auch die Schalen einer Umänderung in krystallischen Kalk unterworfen wurden, so geben uns doch Dünnschliffe, wie der auf Tafel V. fig. 10, wiedergegebene, ein bislang noch nicht gekanntes Bild[2]) von massenhaftem Vorkommen von Foraminiferen in silurischem Gestein, ein Bild wie wir es sonst nur aus jüngeren Ablagerungen zu sehen gewohnt sind. Bei dem eben erwähnten Dünnschliff (Taf. V, f. 10) ist es die Kalkmasse zwischen den Kelchreihen einer *Halysites parallela* F. Schmidt, die dicht von einer *Lagena* erfüllt wird, andere Formen theils in Querschnitten, theils in Schalentrümmern (fig. 14.) zeigen die Dünnschliffe von *Cyrtophyllum densum* Lindstr., andere noch Schliffe einer *Favosites*. Fast in allen untersuchten Korallen oder in dem diese umhüllenden Kalke fanden sich mehr oder weniger deutliche Foraminiferenreste. Wahrscheinlich verdanken wir die Erhaltung eines Theiles derselben dem Umstande, dass die abgestorbenen Korallen, bei welchen die Böden oft zerstört sind, am Boden des Meeres von dessen Sediment bedeckt und mit diesen von den hinabgesunkenen Foraminiferen erfüllt wurden, welche nun während der Dauer der gebirgsbildenden Processe durch die Kelchwände vor zerstörendem Drucke[3]) geschützt wurden.

Lagena transversocostata nov. sp.

Tab. V, Fig. 10, 18.

In der hyalinen, dünnen Kalkschale lässt sich zwar die Porosität nicht nachweisen, aus der Menge der durchschnittenen Individuen ergiebt sich aber ein hinreichendes Material um an äusseren Merkmalen die Identität mit der Gattung *Lagena* zur grössten Wahrscheinlichkeit zu bringen. Die Schale ist im Transversalschnitt rund, die äussere Gestalt, flaschenförmig.

1) Silurian fossils of the Girvan district in Ayrshire, p. 21—24, pl. IX, fig. 23, 24.

2) Neumayr sagt in seiner «Erdgeschichte», Band II, p. 59. «Man sollte doch erwarten, dass gerade diese niedrigst organisirten Lebewesen in der ältesten Zeit massenhaft vorhanden gewesen seien. Wohl ist es ziemlich natürlich, dass gut erhaltene Reste sehr spärlich sind, da die festen Thonschiefer, Grauwacken, Quarzite und Kalke jener Ablagerungen sich im Allgemeinen wenig für die Aufbewahrung derselben eignen; allein man sollte wenigstens erwarten, dass das Mikroskop in den Dünnschliffen silurischer Kalke Spuren derselben in Menge nachweisen werde. So weit man aber bisher die Untersuchungen ausgedehnt hat, ist es nirgends der Fall, obwohl die Existenz von Foraminiferen seit dem Beginne des Silur mit Sicherheit nachgewiesen ist».

3) Dass der Druck ein starker war, dafür sprechen schon die oben in der Einleitung angeführten tektonischen Verhältnisse, in einem späteren Abschnitt der «Resultate» werde ich noch weitere Belege dafür eingehender zu besprechen haben.

Ein mehr oder weniger verlängerter Hals ist deutlich sichtbar. Die Mundöffnung ist äusserlich (*ectosolenian* Brady), abgerundet viereckig. Die Ornamentik besteht aus 5—6 parallelen, in der Transversalebene verlaufenden scharfen Rippen. Bei einzelnen Individuen (fig. 18, c. c.) findet sich eine Zweitheiluug der Kammer, bei der die Scheidewand deutlich aus 2 Lamellen besteht (f. 18 c.). Die zweikammerigen, sonst in ihrer Form mit den typischen übereinstimmenden Exemplare zu einer anderen Art zu zählen, scheint mir nicht nothwendig, da wir auch bei anderen einkammerigen Foraminiferen z. B. bei der Gattung *Orbulina* ebensolche Vorkommnisse kennen, die von Brady auch nur als Abnormität des normalen Typus angesehen werden (cf. l. c., p. 610, pl. LXXXI, fig. 20, Pl. LXXXII, fig. 2). Es läge nahe, hier an einen Theilungsvorgang zu denken, doch ist mir an jetzt lebenden Formen eine Beobachtung über die Theilung der Schale selbst nicht bekannt.

Die typische Form (Fig. 18 b.) hatte folgende Maasse:

Länge: 0,2 mm., davon kommen 0,01 mm. auf den Hals,
Breite: 0,1 mm. Die Mundöffnung (Fig. 18 f.) misst 0,03 mm.

? Rotalia.

Tab. V, Fig. 8, 8 a, 13, 14 (pars).

Das Gehäuse zeigt im Durchschnitt (fig. 8 a) bei stärkerer Vergrösserung eine Zusammensetzung aus Körperchen, die den Eindruck von Sandkörnchen einer agglutinirenden Schale machen; es sind das aber nur bei der Umwandlung des Gesteines gebildete Kalkkrystalle. Zwischen den einzelnen Krystallen finden sich canalartige Zwischenräume, die leicht für wirkliche Canäle gehalten werden können. Eine Porosität der Schale glaube ich aber dennoch bei der Form fig. 13 an der Oberfläche sehen zu können, und rechne daher das Fragment, an welchem die feinen Poren deutlich sichtbar sind, fig. 14 (rechts) als zu dieser Form gehörig. Die Gestalt des Gehäuses ist rotaliform, d. h. spiral aufgerollt, und mit tiefem Nabel versehen. Die Mundöffnung ist nicht nachweisbar, jedenfalls aber entspricht sie nicht der auf fig. 13 fälschlich zu dunkel gezeichneten schneckenmündungähnlichen Fläche, die in Wirklichkeit geschlossen ist. Im Querschnitt ist die Kammerung deutlich zu sehen. Grösster Durchmesser der Form Fig. 8: 0,24 mm.

? Clavulina.

Tab. V, Fig. 9, 12.

Drei Kammern einer stacheltragenden Form sind in dem Schliff fig. 12 getroffen. Zu dieser gehört wahrscheinlich auch das äussere Schalenfragment mit den regelmässigen Stachelreihen, das in fig. 7. aus dem Inneren eines Kelches von *Cyrtophyllum densum* Lindstr., abgebildet ist. Die Schale ist von derselben Beschaffenheit und mit ähnlichen Pseudocanälen versehen, wie in der vorigen Form. Grösster Durchmesser der Form Fig. 12: 0,26 mm.

? Globigerina.

Tab. V, Fig. 7, 11.

Die vierkammerige Form fig. 11 lässt sich mit keinem anderen Foraminiferentypus, als mit dem der Gattung *Globigerina* vergleichen, doch erlaubt weder der Erhaltungszustand der Schale einen Einblick in dessen Structur, noch ist die charakteristische Mundöffnung sichtbar. Die gequetschte Form fig. 9 gehört vielleicht zu demselben Typus. Grösster Durchmesser der Form Fig. 11: 0,30 mm.

? Uvigerina.

Tab. V, Fig. 17.

Eine gestreckte Form, nach Art der *Uvigerina* aufgerollt, bestachelt und, wie es scheint, einen Hals besitzend. Länge: 0,30 mm. Grösste Breite: 0,08 mm.

? Nodosaria.

Tab. V, Fig. 16.

Ein stabförmiges Gebilde von 0,04 mm. Breite und 0,70 mm. Länge mit deutlich erkennbaren Canälen.

Tab. V, Fig. 15.

Ein Steinkern, von Kalkspathkrystallen erfüllt, dessen Contour an die Glauconitsteinkerne erinnert, welche Ehrenberg aus dem Grünsand von St. Petersburg beschrieben hat, und zwar besonders an die *Aristerospira octachaea* (T. I, Fig. XII, Monatsberichte 1858, p. 310 u. 337). Grösster Durchmesser: 0,34 mm.

Aus der Beschreibung der Foraminiferenreste erhellt einerseits die Thatsache, dass sich im Silur verschiedene Gattungen finden, die den recenten entweder sehr nahe stehen oder mit ihnen identisch sind (*Lagena*), andererseits finden sich hier nur kalkschalige Formen, was für eine bereits höhere Entwickelungsstufe spricht, auf der sich die silurischen Foraminiferen befinden, wenn wir die sandschaligen als die älteren anerkennen. Sicheres vermag uns leider dieses karge Material nicht über die Stammesgeschichte dieser Protozoengruppe mitzutheilen, und es bleibt uns nur die Hoffnung auf weitere glückliche Funde beim mikroskopischen Studium an paläozoischen Gesteinen.

Schlussbemerkungen.

Zur Feststellung des geologischen Horizontes, dem die beschriebene silurische Faunula der Insel Kotelny angehört, bedienen wir uns der folgenden Tabelle.

Verzeichniss der silurischen Versteinerungen der Insel Kotelny.	Sibirisches Festland.				Obersilur.				
					Europa.				
	Olenek. (Tomba).	Wilui.	Untere Tunguska.	Mittlere Tunguska.	Estland und Oesel.	Skandinavien.	Brittanien.	China.	Amerika.
1. *Orthis arctica* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2. *Rhynchonella* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3. *Rhynchonella?* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4. *Atrypa* (?) *Tschautienensis* Kays.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+	.....
5. *Pentamerus* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6. *Strophomena euglypha* His.	+	.....	.....	.....	+	+	.....	.....	.....
7. *Strophomena rhomboidalis* Wil.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
8. *Phacops quadrilineata* Ang.	+	+	.....	.....	+	+	.....	.....	.....
9. *Monorakos Schmidti* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
10. *Proetus* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
11. *Bronteus Andersoni* E. N.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+	.....	.....
12. *Leperditia Kotelnyensis* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
13. *Leperditia arctica* Jones.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+
14. *Leperditia Czerskii* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
15. *Leperditia Sannikowi* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
16. *Leperditia Keyserlingi* F. Sch. var.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
17. *Leperditia* (?) sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
18. *Favosites Gotlandica* Lam.	+	.....	+	+	+	+	+	.....	+
19. *Favosites Forbesi* Ed. H.	+	.....	+	+	+	+	+	+	+
20. *Alveolites Labechei* Ed. H.	+	.....	.....	.....	+	+	+	.....	.....
21. *Columnaria alveolata* Goldf.	+	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....
22. *Heliolites interstinctus* Lin.	+	.....	+	.....	.....	+	+	+	+
23. *Halysites catenularia* L.	.....	.....	.....	+	+	+	+	.....	.....
24. *Halysites parallela* F. Schm.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
25. *Halysites Keyserlingi* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
26. *Syringopora* nov. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
27. *Syringopora* sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
28. *Cyrtophyllum densum* Lindstr.	.....	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....
29. *Palaearea Lopatini* Lindstr.	.....	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....
30. *Lagena transversocostata* n. sp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	7	1	3	6	6	7	6	3	4

Von den angeführten 30 Formen haben wir 50% bekannte Arten und zwar:

1) *Atrypa (?) Tschautienensis.*
2) *Strophomena euglypha.*
3) *Strophomena rhomboidalis.*
4) *Phacops quadrilineata.*
5) *Bronteus Andersoni.*
6) *Leperditia arctica.*
7) *Favosites Gotlandica.*
8) *Favosites Forbesi.*
9) *Alveolites Labechei.*
10) *Columnaria alveolata.*
11) *Heliolites interstinctus.*
12) *Halysites catenularia.*
13) *Halysites parallela.*
14) *Cyrthophyllum densum.*
15) *Palaearea Lopatini.*

Unter diesen finden sich in den beiden Trilobiten vorzügliche Leitfossilien, da *Phacops quadrilineata* Angelin der Fauna der unteren Mergelschiefer von Wisby angehört, welchen

Lindström[1]) das Niveau des *oberen Llandovery* zuertheilt und Fr. Schmidt[2]) dieselbe Form in den Zonen G_3 und H (Raikül-, und *Pentamerus estonus*-Zone) nachgewiesen hat; indessen ist *Bronteus Andersoni* Eth., Nich. eine sehr charakteristische Form für die Penkile beds des Girvan-Districtes in Schottland, welche Etheridge und Nicholson[3]) ebenfalls dem *oberen Llandovery* gleichstellen. Da auch die übrigen Formen dagegen keinen wesentlichen Widerspruch[4]) erheben können, so ist damit die Zugehörigkeit unserer Fauna zum unteren Obersilur erwiesen.

Was die geographische Verbreitung der Neusibirischen Formen betrifft, so ist es von grossem Interesse, dass in den Silurablagerungen des Olenek sich 7 von den Arten der Ssrednjaja wiederfinden, und darunter das Leitfossil *Phacops quadrilineata*. An der Mittleren Tunguska sind 6 Arten mit denen der Insel Kotelny identisch, und unter diesen die originellen Korallen *Cyrtophyllum densum* und *Palaearea Lopatini*. Ausser diesen letzteren aber weist uns noch die Gattung *Monorakos* auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass wir hier ein Silurbecken vor uns haben, welches unter gleichen physikalisch-geographischen Bedingungen den Norden des heutigen sibirischen Festlandes und die jetzigen Neusibirischen Inseln gleichzeitig bedeckte. Andererseits lernen wir dadurch in den Bergen der Insel Kotelny die nördlichen Ausläufer der westlich von der Lena gelegenen Gebirge Nordasiens kennen, also auch den früheren Zusammenhang der Inseln mit dem Festlande, welcher durch die Erosion eines in jüngster Zeit transgredirten Meeres wieder gelöst wurde. Dass das bezeichnete Silurbecken auch das Wiluigebiet umfasste, geht ebenso aus dem gemeinsamen Vorkommen des *Phacops quadrilineata* hervor, ausserdem spricht dafür auch die nahe Verwandtschaft der *Leperditia* aus der Gruppe der *L. grandis*, der *L. Kotelnyensis* und *Wiluiensis*. Ebenso naturgemäss ergeben sich aus einem Blick auf unsere Vergleichstabelle die Wege, welche der Communication zwischen dem sibirischen Becken mit den Meeren des Westens über den Norden Europa's (Petschora-Land) in das Balticum bis nach Schottland hin und des Ostens über den Nordamerikanischen Archipel nach Amerika offen standen. Gestützt auf die auffallende paläontologische Aehnlichkeit zwischen den Silurablagerungen in dem Quellgebiet des Olenek und Wilui mit denen der Ostbaltischen Schichtgruppe G, hat F. Schmidt bereits im Jahre 1881[5]) auf eine directe Fortsetzung der letzteren bis ins Centrum Sibiriens hingewiesen. Nach Süden war vielleicht China oder ein noch nicht entdeckter directer Weg die Verbindungsstrasse zu dem von origineller Fauna bevölkerten Obersilur des Himalaya[6]).

1) Förteckning på Gotlands Siluriska Crustacéer, öfvers. af. Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1885, № 6, pag. 93.

2) Revision d. ostbalt. silur. Trilob. I, Mém. d. l'Acad. Imp. d. Sciences, T. XXX, № 1, 1881, p. 74.

3) Monograph of the Silurian Fossils of the Girvan dist. etc., Fasc. II, 1879, p. 227.

4) *Halysites parallela* F. Schmidt ist im Balticum bisher im Untersilur nachgewien worden (Arch. f. Naturk. Liv.-, Ehst.- u. Kurlands, I. Ser., Bd. II, p. 231, 1858).

5) l. c. p. 44.

6) I. W. Salter and H. F. Blanford, Palaeontology of Niti in the Northern *Hymalaya* etc. Calcutta 1865.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I.

Devonische Brachiopoden:

Fig. 1. *Spirifer elegans* Steininger.
Fig. 2. » » »
Fig. 3. *Spirifer elegans* var. *novosibirica* nov. var.; c. vergrösserte Skulpturansicht; d., e. Steinkerne.
Fig. 4. *Spirifer elegans* Stein.
Fig. 5. *Spirifer elegans* Stein.
Fig. 6. » » Jugendform.
Fig. 7. *Spirifer hians* Buch.
Fig. 8. *Cyrtina heteroclita* Defrance.
Fig. 9. *Spirifer Whitneyi* Hall.
Fig. 10. *Orthis striatula* Schloth.
Fig. 11. *Orthis Bungei* nov. sp.
Fig. 12. *Orthis Mac Farlanei* Meek, var. *elliptica* nov. var.
Fig. 13. *Orthis iowensis* var. *quadrangularis* nov. var.
Fig. 14. » » » » » »

Devon. Brachiop. d. Westküste.

Tafel II.

Devonische Brachiopoden:

Fig. 1. *Camarophoria Tschernyschewi* nov. sp. a. Steinkern.
Fig. 2. » » » »
Fig. 3. » » » » b. vergrösserte Skulpturansicht.
Fig. 4. » » » » junges Exemplar.
Fig. 5. » » » » Anschliff um die löffelförmigen Fortsätze der Dorsalschale zu zeigen.
Fig. 6. *Rhynchonella* nov. sp.
Fig. 7. » » » Steinkern.
Fig. 8. » » »
Fig. 9. *Rhynchonella acuminata* var. *platyloba* Sowerby, Exemplar mit hoher Zunge.
Fig. 10. » » » » » Exemplar mit abgeplatteter Zunge.
Fig. 11. *Rhynchonella cuboides?* Sowerby.
Fig. 12. *Streptorhynchus umbraculum* Schlotheim.
Fig. 13. *Streptorhynchus crenistria* Phillips.
Fig. 14. *Atrypa reticularis* Linné.
Fig. 15. *Atrypa aspera* Schloth.
Fig. 16. *Pentamerus galeatus* Dalman.
Fig. 17. *Strophalosia productoides* Murchison.
Fig. 18. *Productus subaculeatus* Murch.
Fig. 19. *Productus Hallanus* Walcott. a, a_1. Dorsalklappe von aussen.
a_2. Inneres der Dorsalklappe.
b. Ventralklappe von aussen.

Silurische Brachiopoden:

Fig. 20. *Orthis arctica* nov. sp. Steinkern; g. vergrösserte Ansicht der Rippen.
Fig. 21. *Rhynchonella* (*?*) sp. Dorsalklappe.
Fig. 22. *Rhynchonella* nov. sp.
Fig. 23. *Atrypa* (*?*) *Tschautienensis* Kayser.

Devon. Brachiop. d. Westküste

Silur. Brachiop. v. d. Dragozennaja

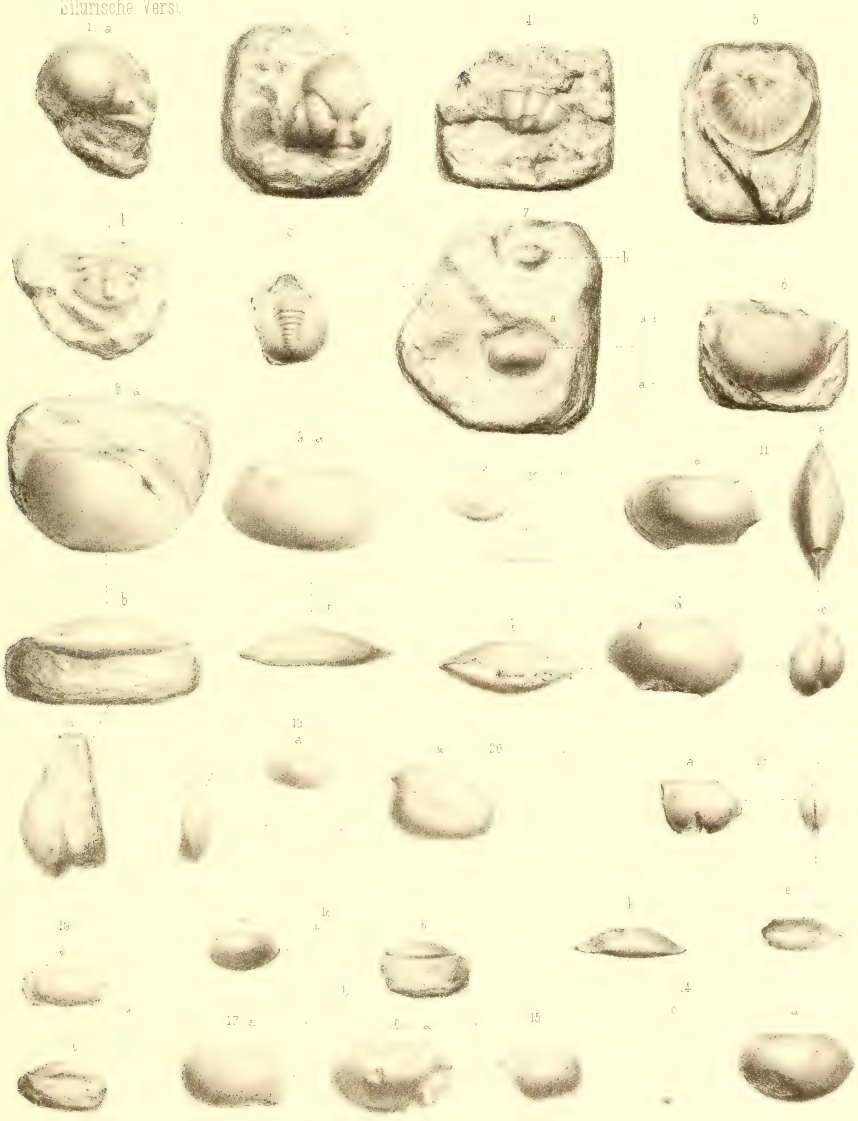
Gez. v. J. Koch
Lith. Druck v. R. Koch. W. O. 1. Lin. № 42. St. Petersburg

Tafel III.

Silurische Versteinerungen:

Fig. 1. *Phacops quadrilineata* Ang. a. Glabella. b. Pygidium; Verg. $^3/_1$.
Fig. 2. *Monorakos Schmidti* nov. sp. Glabella. Verg. $^2/_1$.
Fig. 3. *Phacops quadrilineata?* Ang. Dieses Pygidium lässt sich nicht sicher bestimmen, vielleicht gehört es zu *Encrinurus*.
Fig. 4. *Proetus* sp. Pygidium und Wangenschild.
Fig. 5. *Bronteus Andersoni* Eth. et. N. Pygidium Verg. $^3/_1$.
Fig. 6. *Strophomena euglypha* His. Verg. $^3/_1$.
Fig. 7a. *Leperditia arctica* Jones, linke Schale von der Seite; a_1 von vorn, a_2 unten. Verg. $^2/_1$.
Fig. 7b. *Phacops* sp.? Pygidium. Verg. $^2/_1$.
Fig. 7c. *Strophomena rhomboidalis* Wilk. Verg. $^2/_1$.
Fig. 8. *Leperditia Kotelnyensis* nov. sp., rechte Schale. Verg. $^3/_1$, ebenso der folgenden Figuren.
Fig. 9. » » » » linke Schale.
Fig. 10. *Leperditia arctica* Jones, rechte Schale.
Fig. 11. *Leperditia Czerskii* n. sp. a. Ansicht der linken Schale.
b. Ansicht der beiden Schalen.
c. » » » »
d. Ansicht der rechten Schale.
e. Ansicht der beiden Schalen.
Fig. 12. *Leperditia Kotelnyensis* n. sp. juv., linke Schale.
Fig. 13. *Leperditia Sannikowi*, var. *ornata*, nov. sp. a. Ansicht der linken Schale.
c u. e. Ansicht der beiden Schalen.
Fig. 14. » » » » nov. sp. Ansicht der rechten Schale.
Fig. 15. » » » » » » » » » »
Fig. 16. *Leperditia Sannikowi*, var. *simplex*. nov. sp., rechte Schale.
Fig. 17. » » » » » » linke Schale.
Fig. 18. » » » » » » rechte Schale juv.
Fig. 19. *Leperditia Keyserlingi* F. Schmidt var., linke Schale.

Silurische Verst.



Tafel IV.

Devonische Korallen:

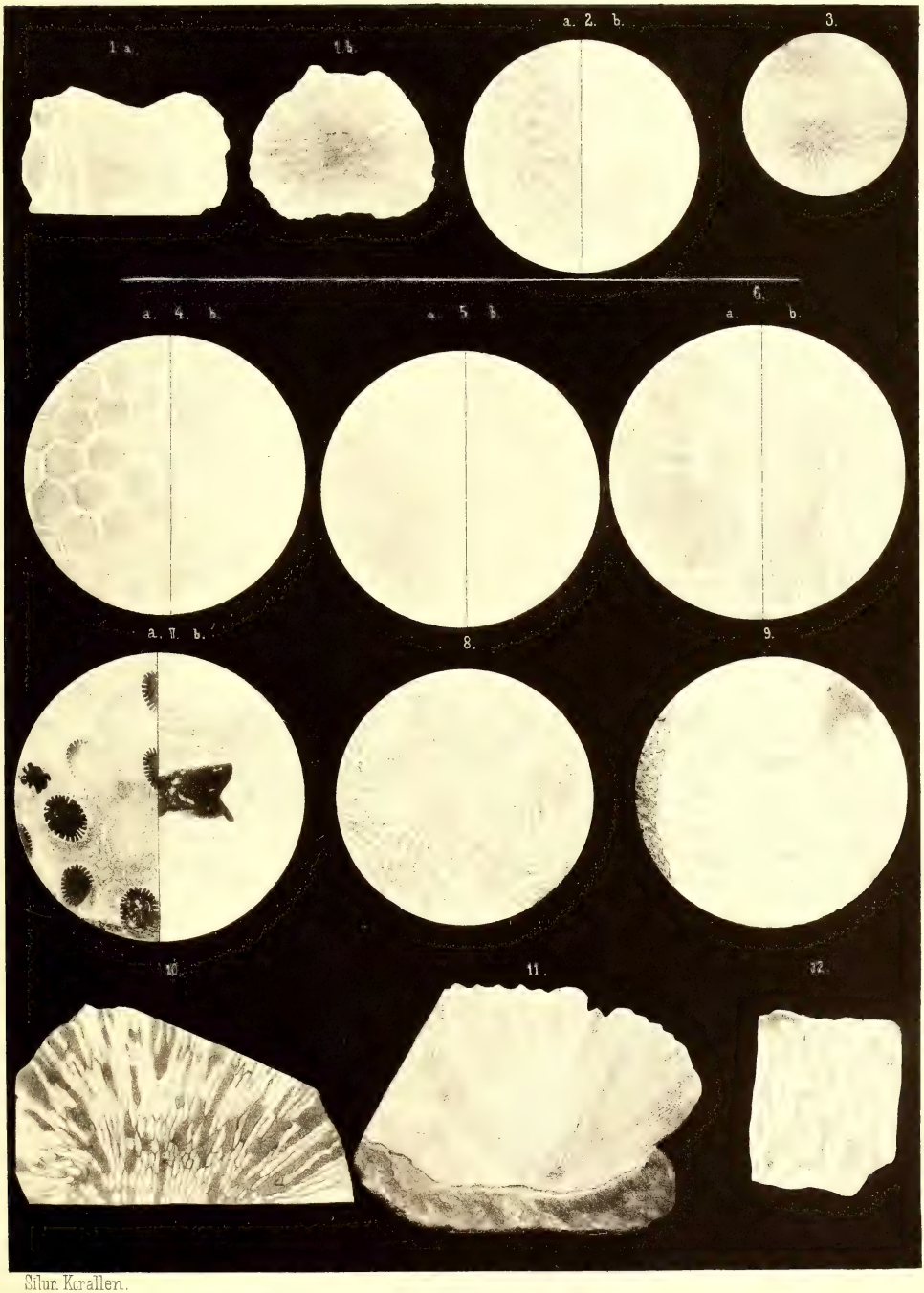
Fig. 1. *Cyathophyllum caespitosum* Goldf. a. Längsschnitt, b. Querschnitt. Verg. $^4/_1$.
Fig. 2. *Alveolites suborbicularis* Lam. a. Querschnitt, b. Längsschnitt. Verg. $^3/_1$.
Fig. 3. *Cyathophyllum hexagonum* Goldf. Querschnitt. Verg. $^3/_1$.

Silurische Korallen:

Fig. 4. *Favosites Gotlandica* L. a. Querschnitt, b. Längsschnitt. Verg. $^3/_1$.
Fig. 5. *Favosites Forbesi* Edw. H. a. Querschnitt, b. Längsschnitt. Verg. $^3/_1$.
Fig. 6. *Columnaria alveolata* Goldf. a. Querschnitt, b. Längsschnitt. Verg. $^3/_1$.
Fig. 7. *Cyrtophyllum densum* Lindst. a. Querschnitt, b. Längsschnitt. Verg. $^3/_1$.
Fig. 8. *Palaearea Lopatini* Lindst. Querschnitt. Verg. $^4/_1$.
Fig. 9. *Syringopora* nov. sp. Querschnitt. Verg. $^3/_1$.
Fig. 10. *Halysites Keyserlingi* nov. sp. Durchsägt und angeschliffen, natürliche Grösse. Die Basis des Stockes ist abgesägt.
Fig. 11. *Palaearea Lopatini* Lindst. Durchsägt und angeschliffen, $1^1/_2$ mal vergrössert.
Fig. 12. *Syringopora* nov. sp. Querschnitt. Verg. $^5/_1$.

Die abgebildeten Dünnschliffe dieser Tafel, wie der Tafel V, sind (mit wenigen Ausnahmen) nach Photographien auf Stein gezeichnet.

Devon. Korallen.



Silur. Korallen.

Gez. v. d. Koch. Lith. Druck v. R. Koch. W. O. 1 Lin. N° 44. St. Petersburg.

Tafel V.

Silurische Korallen:

Fig. 1. *Halysites Keyserlingi* nov. sp. Querschnitt. Die hellen, theilweise concentrischen Linien innerhalb der Kelchlumina sind durchschnittene Böden. Verg. $^{4}/_{1}$

Fig. 2. *Halysites Keyserlingi* nov. sp. Nicht genau senkrecht geführter Längsschnitt. Verg. $^{4}/_{1}$.

Fig. 3. *Palaearea Lopatini* Lindst. Nicht genau horizontalgeführter Querschnitt. Er zeigt das Zusammentreffen zweier Kelche, zwischen welchen das Blasengewebe deutlich sichtbar wird. Ebenso scharf ist die Durchbohrung der Septen zu sehen. Verg. $^{10}/_{1}$.

Fig. 4. *Halysites parallela* F. Schmidt. Querschnitt. Von den Septen sind einige fälschlicher Weise dornförmig gezeichnet. Verg. $^{4}/_{1}$.

Fig. 5. *Halysites parallela* F. Schmidt. Längsschnitt. Verg. $^{4}/_{1}$.

Fig. 6. *Palaearea Lopatini* Lindst. Aus demselben Schliff wie Fig. 3, um das Blasengewebe im Centrum eines Kelches und die Trabeculae zu zeigen. Verg. $^{10}/_{1}$.

Silurische Foraminiferen:

Fig. 7. *? Globigerina.* Die Foraminifere liegt im Kelche einer *Favosites* sp. Verg. $^{35}/_{1}$.

Fig. 8. *? Rotalia.* Aus demselben Präparat wie fig. 7. Verg. $^{35}/_{1}$. 8a. Verg. $^{50}/_{1}$.

Fig. 9. *? Clavulina.* Querschnitt durch den Kelch einer *Cyrtophyllum densum* Lindst., in deren Ausfüllungsmasse die bestachelte Schale einer Foraminifere liegt. Verg. $^{30}/_{1}$.

Fig. 10. *Lagena transversocostata* nov. sp. Die Foraminiferen liegen in der Kalkmasse zwischen den Kelchreihen einer *Halysites parallela* F. Schmidt, deren Wandung am unteren Rande des Bildes zu sehen ist. Verg. $^{35}/_{1}$.

Fig. 11. *? Globigerina.* Aus dem Kelche einer *Favosites* sp. Verg. $^{50}/_{1}$.

Fig. 12. *? Clavulina.* Aus dem Kelch von *Cyrtophyllum densum* Lindst. Verg. $^{55}/_{1}$.

Fig. 13. *? Rotalia.* Ebendaher. Verg. $^{50}/_{1}$.

Fig. 14. Schalentrümmer von Foraminiferen, das rechte Bruchstück vielleicht zu *? Rotalia* gehörig. Verg. $^{30}/_{1}$.

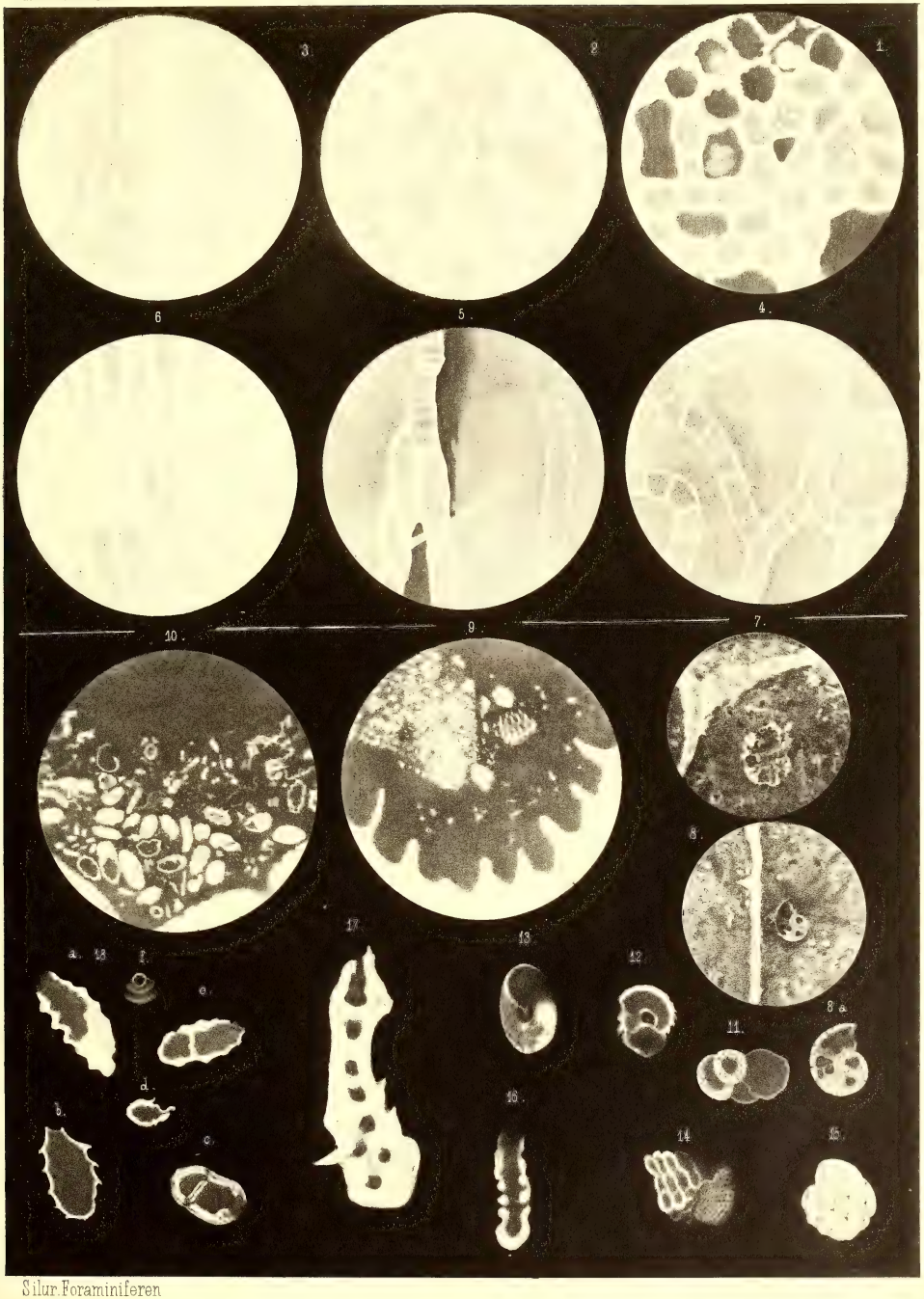
Fig. 15. Steinkern einer Foraminifere. Verg. $^{55}/_{1}$

Fig. 16. *? Nodosaria.* Aus dem Kelche einer *Favosites* sp. Verg. $^{100}/_{1}$.

Fig. 17 *? Uvigerina.* Ebendaher. Verg. $^{165}/_{1}$.

Fig. 18. *Lagena transversocostata* nov. sp. a, b, d, einkammerige; e, f, zweikammerige Exemplare im Längsschnitt. f. Mündung und Aussenwand von der Fläche aus gesehen. Verg. $^{100}/_{1}$.

Silur. Korallen.



Silur. Foraminiferen

Gez. v. R. Koch.

Lith. Druck v. R. Koch W. O. 1 Lin. No 44 St. Petersburg

Berichtigungen und Druckfehler.

Seite 6, 2. Zeile von unten ist «Czerski» statt Tscherski zu lesen.

Seite 41, 15. Zeile von oben sind die Worte: «nach hinten regelmässig zugespitzt» zu streichen.

Seite 46, 6. Zeile von unten ist «Lamarck» statt Lemarck zu lesen.

Auf Tafel II unten ist «Silur. Brachiop. d. Ssrednjaja» statt an d. Dragozennaja zu lesen.

AS 262
.S 32

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 4.

NEUE FORM
MAGNETISCHER VARIATIONSINSTRUMENTE
UND ZUGEHÖRENDER
PHOTOGRAPHISCHER REGISTRIR-APPARATE
MIT SCALENABLESUNG

VON
H. Wild.

(Mit 12 Holzschnitten im Text und einer Tafel.)

(Lu le 16 Mai 1889.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. = 2 Mrk. 50 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 4.

NEUE FORM
MAGNETISCHER VARIATIONSINSTRUMENTE

UND ZUGEHÖRENDER

PHOTOGRAPHISCHER REGISTRIR-APPARATE

MIT SCALENABLESUNG

VON

H. Wild.

(Mit 12 Holzschnitten im Text und einer Tafel.)

(Lu le 16 Mai 1889.)

2096-98

ST.-PÉTERSBOURG, 1889.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. = 2 Mrk. 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académié Impériale des sciences.

Décembre 1889. C. Vessélofski, Secrétaire.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.

Nach den Erfahrungen, welche ich an den Kupffer'schen magnetischen Variationsinstrumenten für directe Ablesung mit Fernrohr und Scale einerseits und an dem Kew'schen Magnetographen (construirt von Adie in London) anderseits während der magnetischen Beobachtungen in St. Petersburg in den Jahren 1869 — 77 gemacht hatte, habe ich seiner Zeit für das neu begründete Observatorium in Pawlowsk bei Dr. Edelmann in München drei neue Variationsinstrumente anfertigen lassen, welche dort seit 1878 in Gebrauch traten, leider aber den an sie gestellten Erwartungen nicht entsprachen. In Folge von Aenderungen am ursprünglichen Plan und einigen Fehlgriffen in der Construction neuer Einrichtungen war die gestellte Hauptanforderung eines luftdichten Verschlusses der Magnetgehäuse behufs Evacuirung und Austrocknung derselben trotz einiger hier angebrachter Verbesserungen nur vorübergehend zu erfüllen. Der Möglichkeit aber der Evacuirung der Gehäuse hatte man bezüglich der bequemern Einrichtung und Justirung mancher Theile der Instrumente Opfer gebracht, welche beim Aufgeben der Evacuirung überflüssig erschienen. Als daher die Ausrüstung der internationalen Polar-Stationen die Gelegenheit zur Construction weiterer magnetischer Variationsapparate bot, habe ich durch Dr. Edelmann in München eine neue Form derselben ausführen lassen, welche auf der österreichischen Station auf Jan-Mayen, der finnländischen in Sodankylae und der russischen auf Nowaja-Semlja Verwendung fanden und seither auch noch für die meteorologisch-magnetischen Observatorien in Katharinenburg und Irkutsk adoptirt wurden. Diese Apparate sind von Dr. Edelmann in seiner Schrift: «Die erdmagnetischen Apparate der Polar-Expeditionen im Jahre 1883»[1]) kurz beschrieben worden. Eine eingehendere Beschäftigung mit den für die letztgenannten Observatorien bestimmten Instrumenten dieser Art bei Gelegenheit ihrer Prüfung im Observatorium zu Pawlowsk liess mich indessen noch einige Mängel derselben erkennen. Die Vertauschung der Torsionsstäbe

1) Als Manuscript gedruckt. Braunschweig bei F. Vieweg & Sohn 1882.

mit ihren Magneten und umgekehrt, welche ja besonders beim Bifilar für dessen Justirung wiederholt nothwendig ist, liess in Betreff der Bequemlichkeit und Genauigkeit zu wünschen übrig. Die Drehung des Spiegels um 90° beim letztern Instrument nach der Orientirung senkrecht zum Meridian erheischte ein längeres Probiren. Es erschien ferner wünschenswerth, die Magnetgehäuse wenigstens angenähert auszutrocknen, indessen war kein Platz zum Einlegen einer Schale mit Schwefelsäure oder Chlorcalcium vorhanden. Selbst für Localitäten mit wenig schwankenden Temperaturen musste der Einfluss der Temperatur auf den Stand der Magnete (nämlich 1,5 Scalentheile beim Bifilar und 6,1 Scalentheile bei der Lloyd'schen Wage pro 1° Temperatur-Aenderung, wenn 1 Scalentheil je einen Werth von 0,0005 mm. mg. s. hat) zu gross erscheinen, um denselben nach den im Magnetgehäuse beobachteten Temperaturen mit genügender Sicherheit berechnen zu können, so dass der Versuch einer wenigstens theilweisen Temperaturcompensation, besonders bei der Lloyd'schen Wage, geboten erschien. Bei Anwendung langer Suspensionsröhren ist die Anbringung der Torsionskreise am obern Ende derselben sehr unbequem und es war daher eine Verlegung dieser Kreise nach unten des Versuches werth.

Entsprechend diesen Bemerkungen habe ich die Einrichtung der neuen Variationsinstrumente motificirt, welche ich bei Dr. Edelmann für das Observatorium in Pawlowsk neuerdings construiren liess, um sie daselbst an Stelle der frühern, ihrerseits umzuarbeitenden, zu setzen. Diese im Sommer 1886 erhaltenen Apparate wurden von mir gemeinsam mit Herrn Leyst im Anfang September 1886 in der für Probe-Untersuchungen bestimmten Hütte am Teich aufgestellt, vollständig justirt und dann ein ganzes Jahr hindurch regelmässig alle Tage einmal abgelesen. Da sie sich sowohl bei der Aufstellung und Justirung als auch bei diesen fortgesetzten Beobachtungen, gemäss dem Vergleich derselben mit den Magnetometer-Beobachtungen im unterirdischen Pavillon, im Allgemeinen bewährt hatten, so wurden sie dann im September 1887 an Stelle der ob'erwähnten ältern Edelmann'schen Instrumente in den unterirdischen Pavillon übergeführt, um dort zu den regelmässigen Variationsbeobachtungen verwandt zu werden. Ich gebe daher jetzt eine Beschreibung dieser neuen Instrumente, sowie ihrer Justirung und weiteren Benutzung und füge gleich die Darstellung eines photographischen Registrir-Apparats hinzu, welchen ebenfalls Dr. Edelmann nach meinen Angaben in 3 Exemplaren für das Observatorium in Pawlowsk angefertigt hat, um dieselben zur Registrirung und zugleich zur directen Beobachtung mit Fernrohr und Scale des Potentials der Luftelectricität und der Potential-Differenz an unsern Erdplatten zu verwenden. Diese Apparate, die selbstverständlich ebenso gut zur Registrirung und directen Beobachtung der Variationen der erdmagnetischen Elemente dienen könnten, sind wenig später als die obigen Variationsinstrumente aufgestellt und in Function gesetzt worden, so dass man sich über ihre Leistungsfähigkeit ebenfalls bereits ein Urtheil hat bilden können.

I. Magnetische Variationsinstrumente.

Ausser den, im Vorigen theilweise schon hervorgehobenen Bedingungen einer bequemen und dadurch genaueren Justirung, der wenigstens theilweisen Trocknung der Magnetgehäuse und der Temperatur-Compensation der Magnete wurde bei der Construction der neuen Instrumente auch die Möglichkeit einer sichern Bestimmung der Empfindlichkeitsconstanten derselben im Auge behalten, welche für alle drei Apparate in Form und Grösse genau gleiche Magnete verlangt.

Ueber die gewählten Temperatur-Compensationen bemerke ich zunächst im Allgemeinen Folgendes.

Da sich nach meinen frühern bezüglichen Versuchen die Temperaturcompensation der Magnete nach Lamont's System durch Verbindung zweier Magnete mit verschiedenen Temperatur-Coefficienten nicht bewährt hatte, indem sie nicht bloss, wie schon Liznar[1]) gezeigt hat, auch theoretisch keine vollkommene Temperatur-Compensation erzielt, sondern auch die Magnete inconstant macht, so musste man auf die anderen Methoden der Compensation durch verschiedene Ausdehnung von Metallen zurückgreifen. Bei der Lloyd'schen Wage wählte ich die, Beispielsweise von Adie beim Kew'schen Magnetograph angebrachte Compensation, nach welcher mit Benutzung des Ausdehnungsunterschieds von Messing und Stahl der Schwerpunkt des Wagebalkens bei höherer Temperatur nach dem Nordpolende des Magnets verschoben wird und so den Einfluss der Abnahme seines magnetischen Moments mit Erhöhung der Temperatur compensirt. Da ich röhrenförmige Magnete bei diesen Instrumenten zur Anwendung brachte, so liess sich diese Temperatur-Compensation unter Benutzung von Zink statt Messing bequem in der Höhlung des Magnets unterbringen.

Für das Bifilarmagnetometer schien es mir zuerst am zweckmässigsten die von Ch. Brooke angegebene Compensationsmethode[2]) zu benutzen, wobei der Magnet in der Mitte eines Glasstabes befestigt wird, über den von den Enden aus zwei dort angeklemmte Zinkröhren frei bis gegen die Mitte geschoben sind. An den innern Enden dieser sind dann erst die beiden Suspensionsfaden befestigt, so dass die Verminderung der Fadendistanz bei Erhöhung der Temperatur im Folge der ungleichen Ausdehnung von Glas und Zink das Drehungs-Moment der Schwere beim Bifilar verkleinert und so der Abnahme des Drehungsmomentes des Erdmagnetismus durch Verminderung des magnetischen Moments des Magnets das Gleichgewicht hält.

Heissen wir bei der Lloyd'schen Wage q die Masse, welche am Hebelarm l_0 (bei 0°) vom Ausdehnungscoefficient z nach dem Nordpol hin zur Temperatur-Compensation angebracht ist, g die Beschleunigung der Schwere, V die Vertikalcomponente des Erdmagne-

1) Liznar, Zur Theorie des Lamont'schen Variations-Apparates für Horizontal-Intensität. Sitzungsbericht d. Wiener Akademie Bd. LXXXVII. S. 873. 1883.

2) Philos. Transact. for 1852. Part I. p. 19.

tismus, M_0 das magnetische Moment des Magnets bei 0°, μ seinen Temperaturcoefficienten und e den Ausdehnungscoefficienten des Magnetstahls, so ist die Temperatur-Compensation eine vollständige, wenn die Gleichung besteht:

$$q l_0 = \frac{V \cdot M_0}{g} \cdot \frac{\mu + e}{z - e},$$

wobei allerdings die Voraussetzung gemacht ist, dass der Schwerpunkt der Wage, abgesehn vom Compensationstheil, nur an einem Hebelarm von Stahl wirke, also keine andern, unsymmetrisch zur Axe gelegenen Substanzen vorkommen.

Nun ist in Pawlowsk zur Zeit:

$$V = 4{,}699, \quad g = 9819$$

und bei der neuen Lloyd'schen Wage war:

$$M_0 = 12080000, \quad \mu = 0{,}000450, \quad l_0 = 50^{mm}$$
$$e = 0{,}000012 \qquad z = 0{,}000029 \text{ (Zink)};$$

woraus also folgt:

$$q = 3140 \text{ mg}.$$

Damit beim Bifilarmagnetometer Temperatur-Compensation stattfinde, muss der Temperaturcoefficient desselben Null werden, also sein:

$$\delta + \delta' - \lambda + \mu = 0,$$

wenn δ und δ' die linearen Ausdehnungscoefficienten der Verbindungsstücke der Faden oben und unten, λ denjenigen der Substanz der letztern und μ den Temperaturcoefficienten des Magnets darstellen.

Bleibt, wie für unser Instrument angenommen wurde, die obere Suspension von der üblichen Construction und wird bloss unten in der angedeuteten Weise die Compensation bewerkstelligt, so muss für vollständige Compensation sein:

$$\delta = \lambda - \delta' - \mu$$

d. h. es muss also nothwendig δ unten einen negativen Werth erhalten, so dass bei steigender Temperatur die Faden sich nähern. Heissen wir nun D_0 die Entfernung der Stellen von einander, wo die beiden Zinkröhren am Glasstab festgeklemmt sind und d_0 die Entfernung ihrer innern Enden, wo die Faden an ihnen befestigt sind, resp. also die untere Fadendistanz, beide bei 0° genommen, z wieder den linearen Ausdehnungscoefficienten des Zinks und ν den des Glases, so ist der Werth von δ wie leicht ersichtlich:

$$\delta = \frac{D_0 \nu - (D_0 - d_0) z}{d_0}$$

und die obige Bedingung der Temperatur-Compensation wird somit:

$$\frac{D_0}{d_0} = \frac{z + \mu + \delta' - \lambda}{z - \nu}\ ^1).$$

Bei unserm Instrument besteht die Verbindung der Faden oben aus Messing und wenn wir für den Ausdehnungscoefficienten der Seide λ den von Tanneuholz in der Richtung der Fasern annehmen, so ist also:

$$\delta' = 0{,}000018, \quad \lambda = 0{,}000003, \quad \nu = 0{,}000008,$$

und man hat somit unter Benutzung der obigen Werthe von z uud μ

$$\frac{D_0}{d_0} = 23{,}5.$$

Um die Magnetsuspension leichter zu machen, hat bei unserem Bifilar Dr. Edelmann die Röhrchen aus Aluminium statt Zink gemacht, für welches man hat:

$$z = 0{,}000023.$$

Hiemit ergiebt sich:

$$\frac{D_0}{d_0} = 32{,}7.$$

Statt dessen ist bei unserem Apparat: $D_0 = 148^{mm}$ und $d_0 = 13^{mm}$ (die obere Fadendistanz beträgt $d'_0 = 12^{mm}_{,}5$) also in Wirklichkeit:

$$\frac{D_0}{d_0} = 11{,}4,$$

folglich die Temperatur-Compensation durchaus keine vollständige. Der übrig bleibende Temperatur-Coefficient wird sein:

$$z + \mu + \delta' - \lambda - \frac{D_0}{d_0}(z - \nu) = 0{,}000317,$$

während er ohne die fragliche Vorrichtung bei gewöhnlicher Verbindung der Faden unten durch Messing wäre:

$$\mu + \delta' + \delta - \lambda = 0{,}000483$$

---

1) Diese Formel ist identisch mit der vor Kurzem von Herrn Liznar (Zeitschrift für Instrumentenkunde 1888, S. 13) gegebenen, ich kann aber der Ansicht desselben, dass es besser sei, die Compensation bei der obern Fadenverbindung anzubringen, deshalb nicht beipflichten, weil es doch darauf ankommt, die Temperaturänderung des Magnets zu compensiren und somit die Compensationsvorrichtung in seiner unmittelbaren Nähe vollkommener wirken wird, als oben, wo die Temperatur, besonders in geheizten Localen, oft bedeutend höher sein kann. Bequemer wäre allerdings das Verfahren des Herrn Liznar.

d. h. die Compensation erreicht, wie auch das obige Verhältniss der Werthe von $\frac{D_0}{d_0}$ andeutet, nur $^1/_3$ der vollständigen, während sie für Zinkröhren $^1/_2$ betragen hätte. In diesem Falle hätte man dann auch durch Verkleinerung der untern Fadendistanz d_0 auf 6^{mm} (bei gleichzeitiger Vergrösserung der obern zu 25^{mm}, die noch möglich wäre, behufs unveränderter Erhaltung des Drehungsmoments der Schwere) eine vollständige Compensation erzielen können, welche bei Aluminium nicht möglich ist, da die obere Distanz zu gross werden müsste. Anderseits ist aber eine beträchtliche Verschiedenheit der Fadendistanz oben und unten nicht räthlich, und deshalb könnte man daran denken, die Compensation durch Hartgummi statt Zink zu erzielen. Nehmen wir für dieses den von Kohlrausch angegebenen Ausdehnungscoefficienten 0,0000770, so ergiebt sich:

$$\frac{D_0}{d_0} = 8{,}68$$

woraus für $d_0 = 13^{mm}$ der leicht realisirbare Werth $D_0 = 113^{mm}$ folgen würde.

Inzwischen bin ich zu einer ganz andern Combination gelangt, nämlich am Magnethalter nach oben zu zwei bimetallische vertikale Lamellen aus Platin und Silber mit der Patin-Seite nach innen gekehrt, zu befestigen, an deren oberen Enden die Fadenklammern sitzen. Bei Erhöhung der Temperatur werden die Faden dadurch unten genähert, und die Erfahrung zeigt, dass eine Länge von 16^{mm} dieser Lamellen genügen wird, um in unserem Fall, d. h. bei $d_0 = 13^{mm}$ und den angegebenen Werthen von μ, λ und δ', eine vollständige Temperatur-Compensation zu erzielen. Diese Compensationsmethode zeichnet sich also durch eine grosse Einfachheit aus.

1. Beschreibung der Variationsaparate.

Gegenüber der frühern Construction war durch die neuen Anforderungen ganz besonders das Bifilarmagnetometer zu verändern, während die Lloyd'sche Wage der Hauptsache nach fast dieselbe bleiben konnte und das Unifilar-Magnetometer mehr bloss dem erstern Instrument zu liebe abzuändern war. Ich werde daher mit der Beschreibung des erstern beginnen.

a) Bifilar-Magnetometer. Dem Bifilar-Magnetometer dient wie den beiden andern Instrumenten eine runde Platte *PP* (Fig. 1) aus weissem Marmor als Fuss, welche Platte in dem Messingringe *RR* mit den drei Stellschrauben *Q* ruht. Im Centrum dieser Platte ist vermittelst des Bolzens *A* der Hohlkörper *BB* drehbar befestigt und kann nach erfolgter Orientirung von unten durch eine Mutter geklemmt werden. Dieser Hohlkörper hat auf der einen Seite ein, durch eine planparallele Glasplatte verschlossenes Fenster und gegenüber eine entsprechende, mit Messingdeckel verschliessbare Oeffnung, durch welche man zu den

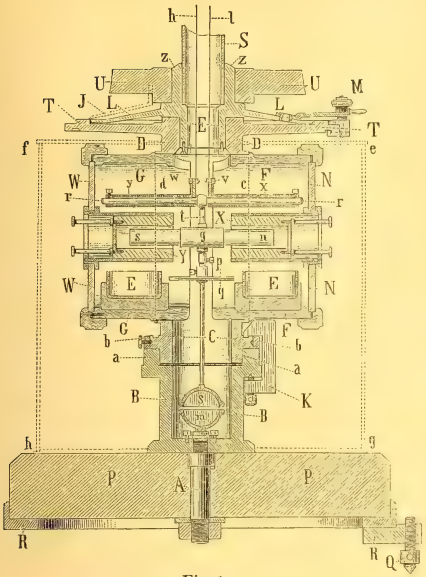


Fig. 1.

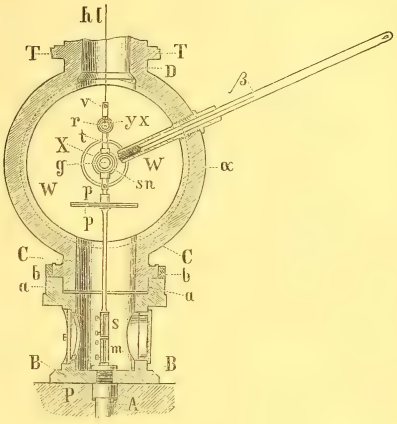


Fig. 2.

beiden halbrunden Spiegeln *s* und *m* und ihren Justirungsschrauben gelangen kann (siehe Fig. 2). Von diesen Spiegeln ist der untere auf einer, im Boden des Hohlkörpers *B* eingelassenen Platte befestigt, mit dieser drehbar und durch zwei übergreifende Schraubenköpfe nach erfolgter Orientirung fest mit *B* zu verbinden. Der obere Spiegel ist an der Magnetsuspension befestigt.

Vermittelst eines eingedrehten schwachen Konus bei *a* im verdickten obern Theil dient der Hohlkörper *B* als Träger und Verticalaxe für die ganze obere Partie, resp. das Gehäuse *CDT* des Bifilars. Die Drehung dieses Gehäuses um den untern fixen Theil kann vermittelst eines verstellbaren, in 90° getheilten und klemmbaren Ringes *bb* und einem Index bei *a* regulirt werden und zwei Klammern, wie *K*, gestatten das Gehäuse und den Hohlkörper *B* vollkommen fest zu verbinden.

Der Hohlzapfen, mit welchem der obere Theil des Instruments um den untern drehbar ist, geht nach oben in den massiven Ring *CDcd* über und dieser erweitert sich dann oberhalb *D* zu der Kreisscheibe *TT*, in deren Centrum der Hohlzapfen *E* mit den Vernieren *LL* drehbar ist. Dieser Zapfen *E* repräsentirt zugleich die untere Fassung der gläsernen Suspensionsröhre *S*, deren Drehung um ihre Vertikalaxe also vermittelst der Verniere *L* am

getheilten Kreise T abzulesen ist. Die Klemmung und mikrometrische Verstellung erfolgt bei M durch Anziehen der Schraubenmutter und Drehung eines Excenters. Auf den aussen abgedrehten Theil z dieser Rohrfassung E lässt sich die, weiterhin noch näher zu beschreibende Ablenkungsschiene U mit ihrem centralen Theil, der zu allen drei Apparaten passt, aufsetzen, wobei ihre Stellung vermittelst des Index J ebenfalls am Theilkreis T abzulesen ist.

In die Axe des massiven Ringes CD kommt der suspendirte Magnet zu liegen und zum Schutz desselben vor Luftströmungen sind von beiden Seiten in denselben die aussen durch Glasplatten WW und NN verschlossenen, aus Holz oder Metall (wie beim Apparat in Pawlowsk) bestehenden Cylinder GG und FF eingeschoben und mit Kopfschrauben befestigt. Im Centrum der Glasplatten sind sodann zwei, beiderseits offene, Glasröhren befestigt, die zur Anfnahme der, die Magnet-Enden unmittelbar umschliessenden kupfernen Dämpfer X und Y bestimmt sind. Diese letztern tragen entweder selbst an ihren äussern Enden Verschlussglasplatten und können dann vermittelst vorstehender Schrauben mehr oder minder eingeschoben oder auch ganz entfernt und durch entsprechende Holz-Cylinder ersetzt werden, oder die Glasplatten sind, wie beim Apparat in Pawlowsk, dicht eigesetzt und die Kupferdämpfer von innen eingeschoben. Zwei in Holzfassungen steckende Gläser E im untern Theil dieser Gehäuse dienen zur Aufnahme concentrirter Schwefelsäure oder geschmolzenen Chlorcalciums zur Austrocknung der Luft im Gehäuse.

Der ganze untere Theil des Apparats wird bis in die Höhe von D noch ausserdem durch einen, innen mit schwarzem Sammet ausgekleideten Messingcylinder $fhge$ umschlossen, der sich unten dicht auf die Marmorplatte aufsetzt, oben durch zwei bei D ausgeschnittene und aufzuschiebende Deckel-Hälften abgegrenzt ist und nur vor den Spiegeln sm eine entsprechende Oeffnung hat. Zwei andere Oeffnungen, vis-à-vis den Dämpfern, sind für gewöhnlich verschlossen und werden nur geöffnet, wenn man sich durch Durchsehen von der centralen Lage des Magnets innerhalb der Dämpfer versichern will.

Insoweit sind das Unifilar- und Bifilar-Magnetometer ganz gleich construirt und beide nur in den folgenden Theilen verschieden.

Beim Bifilar ist zur Ermittlung der Temperatur des Magnets im Ring CD eine cylindrische, innen geschlossene Hülse β schräg eingeschraubt, die zur Aufnahme des Thermometers dient und gestattet, das Gefäss des letztern ganz nahe an die Mitte des Magnets heranzubringen. Durch einen Ausschnitt am obern Rand des Cylinders fe ragt die Scale des Thermometers zur Ablesung heraus.

Der Magnet des Bifilars stellt ebenso wie der des Unifilars eine Stahlröhre von 40 gr. Gewicht, von 110 mm. Länge, 11 mm. äusserem und 9 mm. innerem Durchmesser dar und besitzt je 40 mm. von den Enden entfernt eine wenig tiefe, eingedrehte Rinne. In die eine oder andere dieser Rinnen fällt die scharfe Kante des einen ringförmigen Lagers für den Magnet ein, und gibt ihm so eine bestimmte Lage. Die Suspension des Magnets besteht nämlich zunächst aus zwei, oben und unten durch Querstäbchen verbundenen Ringen — abweichend von der in diesem Punkte ungenauen Figur —, deren innerer Durchmesser wenig grösser als

der äussere des Magnets ist und von welchen der eine nach innen zugeschärft ist, während der andere einen glatten inneren Rand hat. In der Mitte des untern Querstäbchens ist eine Hülse p mit seitlicher Schraube befestigt, durch welche vermittelst eingedrehter Rinne das den Spiegel s an seinem untern Ende tragende massive Stäbchen gehalten wird und auch geklemmt werden kann. An diesem Stäbchen sitzt gleich unterhalb der Hülse p eine auf der versilberten hohen Kante von 90 zu 90° getheilte Kreisscheibe q und oberhalb derselben ist noch über die Hülse p ein Doppelindex mit Strichen auf der hohen Kante geschoben, der für sich an der Hülse p festgeklemmt werden kann und die Drehung der Kreisscheibe abzulesen gestattet. Das obere Querstäbchen des Magnetlagers trägt nur ein kurzes vertikales Stäbchen t mit Hülse an seinem obern Ende, in welcher der Glascylinder rr mit seiner Mitte geklemmt ist. Ueber die beiden Enden des letztern sind dann die Aluminium-Röhrchen x und y geschoben, die ihrerseits beiderseits mit Messingfassungen versehen sind. Die äussern der letztern werden durch Schräubchen fest an den Glascylinder angepresst, während die innern Fassungen nach oben hin zwei Fortsätze v und w mit Klemmen für die beiden Suspensionsfaden h und l tragen. Das gesammte Gewicht, welches so an den Faden hängt, beträgt 120 g. Diese Faden stellen die beiden Enden eines über die Rolle R der Suspensionsvorrichtung am obern Ende der Glasröhre S gehenden Coconfadens dar, welche Suspensionsvorrichtung Fig. 3 im Durchschnitt und Fig. 4 im Querschnitt veranschaulicht. Eine auf die Glasröhre S aufgekittete Messingfassung trägt das übergreifende und durch drei seitliche Schrauben c centrirbare untere Ende einer Röhre mit zwei diametral gegenüberstehenden Ausschnitten, welche durch Drehung einer zweiten über sie geschobene Röhre T mit entsprechenden Ausschnitten frei gemacht oder verschlossen werden können, wie dies im Querschnitt angedeutet ist. Der Deckel der innern Röhre ist ferner durchbohrt und nimmt ein drehbares und durch die Schraube n klemmbares Metallstück auf, in welchem sich das dreikantige prismatische Stäbchen A auf- und abschieben und durch die Schraube m feststellen lässt. An diesem Stäbchen sitzt unten die Hülse der Rolle R und weiterhin eine Platte k, gegen welche vermittelst zweier Lamellen die oberen Fadenenden nach erfolgter Gleichspannung angeklemmt werden können. Zu dem Ende, sowie zur Detorsion der Faden, sind an ihre unteren Enden zunächst Messingcylinderchen angebunden, an welche zuerst zwei gesonderte, mit passenden Hacken versehene Bleigewichte angehängt werden. Erst nach erfolgter Detorsion der Faden werden dann die Cylinderchen unter Entfernung der Bleigewichte in entsprechende Hacken unterhalb der Klemmen an der Magnetsuspension eingehackt und schliesslich die Faden durch Anziehen der Klemmen zuerst hier und später auch oben unverrückbar befestigt. Diese Theile entsprechen im Principe ganz den bezüglichen Einrichtungen beim Bifilar-Theodolith, weshalb ich, betreffend die Details, auf die dort in grösserem Maassstabe gegebenen Abbildungen verweise.

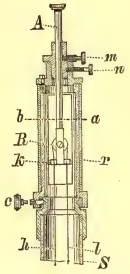


Fig. 3.

Fig. 4.

In Folge der gemachten Erfahrungen habe ich im Sommer (Ende Juli) 1888 die oben erwähnte neue Compensationsvorrichtung an der Magnetsuspension des Bifilars anbringen lassen. Zu dem Ende wurde der Stift t mit Glasstab und Aluminium-Röhrchen ganz entfernt und an seiner Stelle in 13^{mm} Distanz unmittelbar auf der Hülse g des Magnets zwei Platin-Silber-Lamellen befestigt, an deren oberen Enden dann die Fadenklemmen w und v wieder angeschraubt wurden. Zuerst waren diese Lamellen 29 mm. lang genommen, wobei dann die Versuche eine Uebercompensation von 0,00065 mm. mg. s. pro 1° C. ergaben, die darauf durch Verkürzung zu 20,3 mm. auf 0,00021 mm. mg. s. pro 1° C. reducirt wurde und in diesem Zustande seit dem 3. October bis jetzt befriedigend functionirt hat[1]).

Bei derselben Gelegenheit wurde an Stelle des früher verwendeten Suspensionsfadens von Seide, da er sich als zu hygroscopisch erwiesen hatte, ein 0,07 mm. dicker Neusilberdraht — es ist uns erst neulich gelungen, solchen von 0,056 mm. Durchmesser, dessen Tragfähigkeit noch vollkommen hinreichend ist, zu ziehen — eingezogen, worauf die Variationen des Normalstandes mit der Feuchtigkeit verschwanden, ohne erheblichen anderen Uebelständen Platz zu machen.

b) Unifilar-Magnetometer. Das Unifilar-Magnetometer unterscheidet sich von dem eben beschriebenen Bifilar, wie bereits angedeutet, nur durch die einfachere Magnetsuspension, sowohl oben als unten, wie die nebenstehenden Figuren 5 und 6 sie darstellen. Auch ist hier der Kreis T nur in ganze Grade getheilt und mit dem einfachen Index schätzt man die $0'.1$, während der Kreis beim Bifilar in halbe Grade getheilt ist und der Vernier Minuten abzulesen erlaubt. Der Magnet ist hier an einem Coconfaden aufgehängt, wobei, nach Beseitigung einer anfänglichen Torsion desselben im April 1888, seither keinerlei Uebelstände von da her bemerkt wurden. Die Ablenkung des Magnets aus dem Meridian durch eine Fadentorsion von 360° erreicht $8'.2$ bei einer Fadenlänge von 980^{mm}. Das Gewicht des Magnets mit seiner Suspension beträgt 80 g.

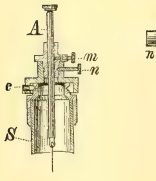


Fig. 5.

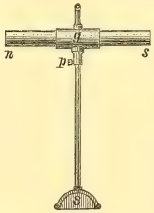


Fig. 6.

c) Lloyd'sche Wage. Als Fuss für dieses Instrument dient eine ganz gleiche Marmorplatte PP (Fig. 7) mit Stellschrauben Q am umfassenden Messingring R, wie bei den vorigen Apparaten. Diese Platte besitzt aber hier in ihrem Centrum eine weite Bohrung, in welche als Haupt-Träger aller Theile eine cylindrische Messing-Röhre B mit Ansatz

1) Siehe Einleitung zu den Beobachtungen im Observatorium zu Pawlowsk in den Annalen des physikal. Central-Observatoriums für 1888. Theil I, S. XXX und XXXI.

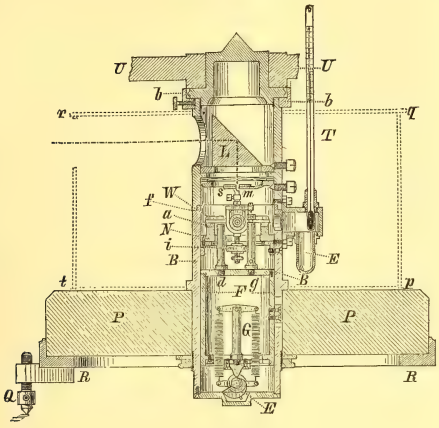


Fig. 7.

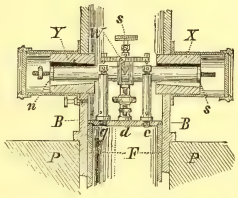


Fig. 8.

oben und Schraubenmutter unten fest eingesetzt ist. In ihr ist mit winkelförmigen Ansätzen der Ring *N* befestigt, der an diametral gegenüberstehenden Punkten seiner obern Fläche die planen Achatplatten *a* trägt, auf welchen die Enden der am Magnet *n s* (siehe Fig. 8) angeklemmten Schneide *W* zu liegen kommen. Diese in ihrer Mitte halbkreisförmig, entsprechend dem äussern Radius des Magnetquerschnitts, ausgenommene Stahlschneide ist in einer den Magnet bügelförmig umfassenden Messinghülse befestigt und wird an ihm durch dieselbe Schraube geklemmt, deren Fortsatz den klemmbaren Halter des Spiegels *s* aufnimmt. Unterhalb sitzt an derselben Hülse eine Schraube mit Laufgewicht zur Justirung der Schwerpunktsstellung der Wage, und oben sind an ihr einerseits ein und anderseits zwei seitliche Fortsätze mit abwärts gerichteten Schraubenspitzen an ihren Enden befestigt, die zur Arretirung des Wagebalkenmagnets dienen. Es entsprechen ihnen nämlich 3 Säulchen *g*, *d*, *c* mit Körner, Schlitz und ebener Fläche an ihren obern Enden zur Aufnahme der Schraubenspitzen, welche Säulchen auf der obern Grundplatte eines Rohrs *F* aufgeschraubt sind; dieses Rohr aber ist in der Röhre *B* dadurch von aussen vertikal verschiebbar, dass das mit einem Schlüssel zu drehende Excenter *E* auf eine Nase an der untern Grundplatte des Rohrs *F* wirkt, wobei dieselbe durch die Spiralfedern *G* stets gegen das Excenter angedrückt wird. So kann die Schneide des Wagbalkens nach erfolgter Justirung der Schrauben durch den unter der Marmorplatte seitlich nach aussen über sie vorragenden Schlüssel von ihrer Unterlage gleichmässig abgehoben und wieder aufgesetzt werden.

Der am Magnet sitzende Spiegel *s* geht, wie aus Fig. 7 ersichtlich, einerseits nur bis zur Axe der Röhre und auf der anderen Seite derselben steht ihm der Spiegel *m* gegenüber,

der an einem, durch eine ringförmige Feder gegen drei konische Schraubenspitzen in der Röhrenwand angedrückten Messingring befestigt und so vermittelst der letztern justirbar ist. Auf derselben Feder liegt oberhalb ein zweiter, entsprechend von oben nach unten durch drei Schraubenspitzen gegen sie anzudrückender und so zu justirender Ring, auf dem das rechtwinklige Glasprisma L ruht. Um das letztere auch im Azimut um kleine Grössen justiren zu können, hat der Ring vorn einen Ausschnitt, gegen dessen Kanten wieder zwei konische, in der Figur nicht sichtbare, Schraubenspitzen stossen. Das Prisma hat zum Zweck behufs Beobachtung der Magnetbewegung in gewöhnlicher Weise mit Fernrohr und horizontaler Scale die Drehung des Magnetspiegels s um die Horizontalaxe der Wage in eine scheinbare um eine Vertikalaxe umzuwandeln[1]). Vor dem Prisma hat die Röhre B eine entsprechende Oeffnung.

Bei f lässt sich der obere Theil der Röhre B nach Lösung zweier Schrauben, die beide Theile fest verbinden, behufs Einlegung des Magnets auseinandernehmen. Zu dem Ende müssen ausserdem noch die beiden seitlich angeklemmten Röhren-Ansätze am untern Theil entfernt werden, welche, an den äussern Enden mit Glasplatten zur Controle des Magnets im Innern versehen sind und zum Schutz desselben gegen Luftströmungen sowie zur Aufnahme der dämpfenden durchbohrten Kupfercylinder X und Y dienen.

Die Compensationseinrichtung des Magnets für Temperatur entspricht nicht ganz meiner oben gemachten Voraussetzung, indem, wie Fig. 9 dies zeigt, das Magnet-Stahlrohr an beiden Enden durch eingeschraubte Deckel n und s mit Schräubchen a und b für Correctionsgewichte verschlossen ist und die Aluminiumschraube c im Innern nicht von der Mitte ausgeht, sondern von dem Deckel s am Südpol aus bis nahe zum andern Deckel reicht und dort das verstellbare Gewicht d trägt. Für diesen Fall ist in der Gleichung S. 4 im Nenner statt e zu setzen $\frac{3}{2}e$ und l_0 repräsentirt dann statt die halbe nahe die ganze Länge des Magnets. Es wird also zur Temderatur-Compensation ein etwas geringeres Gewicht als 3 Gramm genügen. Nach erfolgter Justirung beträgt bei unserer Lloyd'schen Wage der Temperaturcoefficient 0,00008 mg., mm., s. für 1° C. und zwar im Sinne einer Uebercompensation.

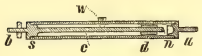


Fig. 9.

Durch seitliche Oeffnungen mit dem Innern der Röhre communicirend sind an ihrem untern Theil durch Schrauben noch angeklemmt nach hinten eine Büchse zur Aufnahme des

---

1) Diese Methode, die Spiegelablesung mit Fernrohr und Scale bei Wagen überhaupt so zu gestalten, dass die Bewegung um eine horizontale Axe dadurch scheinbar in eine solche um eine verticale verwandelt wird, wodurch nicht bloss die grosse Bequemlichkeit der Horizontalstellung der Scale und leichterer Beleuchtung derselben, sondern insbesondere auch eine symmetrische Aufstellung von Fernrohr und Scale in Bezug auf beide Wagarme, d. h. also vor der Mitte der Wage ermöglicht wird, habe ich meines Wissens zuerst in meinen *Meteorologischen Studien* sub *VI* (Mémoires de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersbourg, VII série, T. XXIII, № 8, p. 20) im Jahre 1876 angegeben. Sie ist seither in unveränderter Form vielfach bei gewöhnlichen Wagen wie auch bei Lloyd'schen magnetischen Wagen angewendet worden, ohne dass man es für gut gefunden hat, den Erfinder dabei zu nennen.

Gefässes des Thermometers T und (in Abweichung von der Fig. 7, wo dieser Theil unterhalb des Thermometers angebracht erscheint) vorn eine zweite grössere Büchse mit Glasschale E zur Aufnahme von geschmolzenem Chlorcalcium behufs Trocknung des Hohlraums des Apparats.

Am obern Ende endlich ist die Röhre B durch einen eingeschraubten Deckel mit Ansatz zur Aufnahme der Ablenkungsschiene U und einem verstell- und klemmbaren, in 90° getheilten Ring für deren Orientirung abgeschlossen.

d) Ablenkungsschiene. Auf die, bei den einzelnen Apparaten bereits erwähnten Ansätze lässt sich, behufs Bestimmung der Empfindlichkeitscoefficienten der Apparate, die in ihren Haupttheilen durch Fig. 10 dargestellte Ablenkungsschiene mit ihrem, ihnen angepassten centralen Ring R aufsetzen. Derselbe trägt diametral gegenüber die beiden mit Führungsnuth versehenen und in Centimeter eingetheilten cylindrischen Stäbe (Röhren) UU, auf welchen der Magnethalter vermittelst der Hülse S verschoben und auf bestimmte Entfernung nach einem Index in seitlichem Ausschnitt derselben eingestellt werden kann. Das Centrum der Fassung F für den Ablenkungsmagnet ns befindet sich in solcher Entfernung von der Schiene, dass derselbe beim Aufsetzen der Schiene auf die Apparate in dieselbe Horizontalebene mit deren Magneten zu liegen kommt und vermöge dreifacher Durchbohrung der Fassung kann man den Ablenkungs-Magnet nach Belieben entweder parallel oder senkrecht zur Schiene und zwar dann wieder entweder horizontal oder vertikal in der durch n_1, s_1 angedeuteten Lage einschieben und klemmen. Indexstriche gestatten ihn dabei centrisch einzustellen. Zur Orientirung endlich der ganzen Schiene auf den Apparaten dienen bei der Lloyd'schen Wage der Index i, der auf die Theilung am verstellbaren Ring, und beim Bifilar und Unifilar der verlängerte Index J, welcher auf die Theilung des Kreises T eingestellt wird.

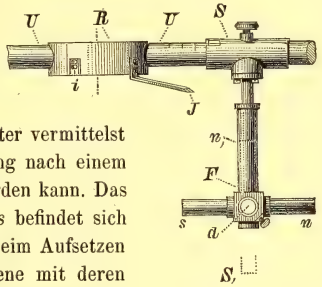


Fig. 10.

Der Ablenkungsmagnet hat ebenfalls röhrenförmige Gestalt und dieselben Dimensionen wie die im Folgenden beschriebenen genau gleichen Magnete aller drei Apparate.

e) Magnete. Alle drei Magnete der Variationsapparate sind 110 mm. lang, haben 11 mm. äusseren und 9 mm. innern Durchmesser und sind aus Wolfram-Stahl in der Werkstätte des physikalischen Central-Observatoriums von Herrn Mechaniker Freiberg angefertigt, gut gehärtet und nach der Methode von Strouhal & Barus magnetisirt worden. Ihr Gewicht beträgt 40 g. und ihr magnetisches Moment $10^7 . 1{,}12$ bis $10^7 . 1{,}36$ oder also das specifische Moment pro 1 g.: $10^5 . 2{,}8 - 3{,}4$. Die Suspension nebst Spiegel wiegt beim Unifilar 40 g. und beim Bifilar in der ersten Gestalt 80 g., so dass der Faden beim erstern im Ganzen 80 g. und beide zusammen beim letztern 120 g. zu tragen haben.

f) Ablesefernröhren und Scalen. Die nahe 100-mal vergrössernden Ablesefernröhren von 54 mm. Durchmesser der Objective liegen mit ihren Horizontalaxen in besondern Messing-Lagern, welche auf einer dreieckigen massiven Marmorplatte etwas justirbar befestigt sind, so dass die Fernrohraxe, etwa durch Anlegen eines rechten Winkels, senkrecht zur Scale zu stellen ist. Das Ocular-Ende geht über die eine Ecke dieser Marmorplatte hin und wird dort von einer Schraube gestützt, deren Mutter in die Platte eingelassen ist und deren oberes spitzes Ende in eine Rinne am Fernrohr eingreift, also das Ocularende durch Drehen der Schraube zu heben oder zu senken gestattet. Längs der gegenüberliegenden Kante der Platte ist oberhalb des Fernrohrs die in Millimeter eingetheilte Glasscale von 600 mm. Länge auf ausziehbaren Metallstützen, somit in der Höhe verstellbar, befestigt, wobei sie bereits mit ihrer Mitte nahe vertical über die Fernrohraxe zu liegen kommt und übrigens noch, zur Justirung in dieser Beziehung nach einem Senkel, vermittelst zweier auf ihre Enden wirkenden Schrauben der Länge nach um kleine Grössen zu verschieben ist. Hinter der Glasscale gegen das Ocular des Fernrohrs zu ist ein geneigter Spiegel von gleicher Länge an ihren Trägern befestigt, dem oberhalb ein paralleler weisser Cartonstreifen gegenübersteht. Durch Beleuchtung dieses Cartons mittelst einer Lampe, welche auf einer über das Ocularende des Fernrohrs hinübergehenden Brücke längs der Scale verschiebbar aufgestellt ist, erhält man dann im dunkeln Raum eine vorzügliche Beleuchtung der Glas-Scale von hinten, welche sofort bei Oberlicht durch eine natürliche vom Himmel zu ersetzen ist, indem man einfach das Cartonblatt entfernt. Die nebenstehende schematische Fig. 11 veranschaulicht diese Anordnung der Beleuchtung, die ich als vollkommen bewährte empfehlen kann. *g* stellt die Glasscale mit ihrer Blende *d*, *d'* von schwarzem Messingblech oder Papier, *s* den Spiegel, *c*, *c'* das Cartonblatt und *B* die Brücke dar, auf welcher sich die kleine Petroleum-Lampe *L* zwischen Leisten verschieben lässt.

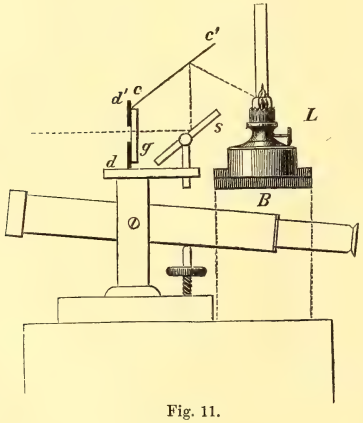


Fig. 11.

2. Aufstellung und Justirung der Variationsapparate.

a) Aufstellung der Variationsapparate.

Die Aufstellung dieser Variationsinstrumente ist aus Tafel I ersichtlich, welche einen Grundriss des betreffenden Saales im unterirdischen magnetischen Pavillon darstellt. *MON* ist der innere Umfang des Saales, wobei *MN* von Süd nach Nord gerichtet ist. Von der Eingangsthür *T* gelangt man geradeaus zu den drei Ablesefernröhren *FF* mit ihren Scalen, welche auf dreikantigen, aus eisenfreien Backsteinen mit Cement aufgemauerten Pfeilern mit ihren Marmorplatten aufgegypst sind. Die Pfeiler stehen in etwas weitern, ausgemauerten Löchern des Zimmer-Bodens, welche 0,7 m. tief sind, so dass bis zu dieser Tiefe die Wände des Pfeilers durch einen Zwischenraum von 2 bis 3 cm. vom Mosaikfussboden und seiner Unterlage getrennt sind und somit Erschütterungen des letztern sich nur unmerklich auf die Pfeiler fortpflanzen. Eine Filzbordüre, die rings an den Stein angelegt ist, verschliesst die Rinne ohne Bewegungen vom Fussboden dem Pfeiler mitzutheilen.

Den Scalen der Fernröhren gegenüber stehen in rund 3,4 m. Entfernung drei in gleicher Weise fundamentirte und vom Fussboden isolirte vierkantige Granitpfeiler *A*, *B* und *C* zur Aufnahme der Variationsapparate, und zwar ist auf *A* das Unifilarmagnetometer, auf *B* das Bifilarmagnetometer und auf *C* die Lloyd'sche Wage aufgestellt. Die Pfeile geben die Stellung der Magnete in ihnen und ihre Spitzen die Lage der Nordpole derselben an, woraus in Verbindung mit der Ziffernbezeichnung der Scale 0 bis 60 cm. unmittelbar folgt, dass bei den Apparaten Ausschläge der Magnete nach grossen Zahlen der Scalen einer Zunahme der westlichen Declination resp. der beiderlei Intensitätscomponenten entsprechen.

Bei der Justirung der Fernröhre werden die Oculare so weit ausgezogen, dass man die Magnetspiegel sehen kann, worauf man durch Rücken der Normalplatten die Fadenkreuze auf die Mitte derselben einstellt und dann erst die Platten an die Säulen angypst.

Der Beobachter auf dem Sitz *S* hat rechts unmittelbar neben sich die Pendeluhr *U*, welche an einem massiven Eichenholzpfeiler so angehängt ist, dass ihr Zifferblatt wenig über Augenhöhe sich befindet. Dieselbe Uhr bewirkt durch stündliche electrische Contacte die Registrirung der Zeitmarken beim Magnetograph.

Rechts und Links vom Eingang, ebenfalls auf vom Fussboden isolirten, aufgemauerten Pfeilern *E* und *D* befinden sich die, weiter unten noch näher zu beschreibenden, Scalenfernröhren mit Registrirapparaten, welche zur directen Beobachtung und continuirlichen photographischen Aufzeichnung der von den Galvanometern G_{n-s} und G_{e-w} angegebenen Nord-Süd- und Ost-West-Componenten des Erdstroms bestimmt sind. Hier beträgt die Entfernung von Scale und Magnetspiegel der Galvanometer nur 1,7 m., wachsenden Scalentheilen aber entspricht auch bei diesen Instrumenten eine zunehmende westliche Declination der Galvanometermagnete.

Bei dieser Gelegenheit sei auch gleich noch beigefügt, dass die Verbindung der Galvanometer mit den Erdkabeln in derselben Weise wie früher hergestellt ist, also ein positiver von Nord nach Süd und ein ebensolcher von Ost nach West in der Erde verlaufender Strom an den betreffenden Galvanometern Ablenkungen nach wachsenden Scalentheilen bewirkt. Die Einrichtung der Galvanometer ist die früher schon beschriebene[1]).

In W sind die Wippen angebracht, vermittelst deren jeweilen bei den directen Beobachtungen zur Ermittlung und Registrirung der Gleichgewichtslage der Galvanometermagnete ohne Strom die Verbindung der Galvanometer mit den Kabelenden unterbrochen und diese durch einen dem Galvanometerdraht gleichen Widerstand in sich geschlossen werden.

Aus dieser Disposition der Instrumente erkennt man sofort, dass der Beobachter den Raum jenseits der Fernröhren gegen die Apparate hin nur behufs Ablesung der Thermometer in B und C zu betreten hat. Hieraus erwächst der Vortheil einer geringeren Störung des Temperatur-Gleichgewichts im betreffenden Local durch den Beobachter.

b) Justirung des Unifilar-Magnetometers.

Nach Nivellirung der Theilungsebene des Torsionskreises T und seiner Vertikalaxe vermittelst einer aufgesetzten Libelle und der Stellschrauben Q wird der Hohlkörper B in der Marmorplatte gedreht, bis das Glasfenster vor den Spiegeln dem betreffenden Ablesungsfernrohr zugewendet ist und darauf durch Anziehen der Mutter am untern Ende des Bolzens A geklemmt. Man löst sodann etwas die beiden übergreifenden Schrauben, welche im Grunde des Körpers B den Träger des fixen Spiegels m halten, und dreht ihn, bis er angenähert die Mitte der Scale in das Ablese-Fernrohr reflectirt, worauf er durch Anziehen jener Schrauben geklemmt wird. Der Ring D mit dem Magnetgehäuse wird nunmehr durch Drehung um seinen Hohlzapfen bei C angenähert mit seiner Axe parallel dem magnetischen Meridian gestellt, der dem Magnet an Gewicht und Durchmesser gleiche, aber massive und daher bedeutend kürzere Torsionsstab von Messing in den Suspensionsbügel g (Fig. 6) eingelegt — er besitzt zur Fixirung seiner Lage in demselben ebenfalls wie der Magnet eingedrehte Rinnen — und die Suspensionsröhre auf dem Torsionskreis gedreht, bis die der Torsionsfreiheit des Suspensionsfadens entsprechende Gleichgewichtslage des Torsionsstabs auch angenähert mit der Axe des Ringes D resp. dem magnetischen Meridian zusammenfällt. Nach Vertauschung des Torsionsstabes mit dem Magnet löst man die Schraube p (Fig. 6) und dreht das den Spiegel s haltende Stäbchen, bis der letztere beim Loslassen des Magnets auch nahezu die Scalenmitte in's Fernrohr reflectirt, worauf p wieder angezogen wird. Indem man nunmehr abwechselnd den Torsionsstab und den Magnet in's Schiffchen legt, bringt man es durch jeweiliges geringes Nachdrehen am Torsionskreis leicht dahin, dass in

---

1) H. Wild, Terminsbeobachtungen der erdmagnetischen Elemente und Erdströme im Observatorium zu Pawlowsk etc. Diese Mémoiren T. XXXIII, № 5, 1885 pag. 2.

beiden Fällen bis auf etwa einen halben Scalentheil die Ablesung an der Scale dieselbe ist, was einer übrig genügenden Aufhebung der Fadentorsion entspricht. Es ist gut, zuerst jeweilen nach einem Tag, später nach Wochen und so in immer grösseren Zeitintervallen die unveränderte Aufhebung der Torsion in dieser Weise zu controliren resp. dieselbe jeweilen durch Nachdrehen am Torsionskreis wieder herzustellen.

Nachdem der Magnet auf diese Weise im Instrument nahezu ohne Torsion des Suspensionsfadens aufgehängt ist, ist nachzusehen, ob der Magnet parallel und centrisch zur Axe der Dämpfercylinder sei, was durch eventuelles Heben oder Senken des obern Halters *A*, durch Centriren desselben vermittelst der Schrauben *c*, endlich durch geringes Nachdrehen des Gehäuses *CD* um den untern Hohlzapfen erzielt werden kann.

Schliesslich bleibt dann nur noch übrig, die Spiegel *s* und *m* vermittelst der Correctionsschrauben an ihren Fassungen so zu justiren, dass beide sehr nahe den Scalentheil 300 (Mitte der Scale) auf den Vertikalfaden im Fernrohr reflectiren. Man verschiebt hierauf die Scale selbst, bis eine genaue Coincidenz des Bildes vom Scalentheil 300 im fixen Spiegel mit dem Vertikalfaden erfolgt.

c) Justirung des Bifilar-Magnetometers.

Nach erfolgter Nivellirung und ungefährer Orientirung des ganzen Instruments, entsprechend wie beim Unifilar-Magnetometer, wurde auch hier der Ring *D* mit seiner Axe zunächst angenähert in den magnetischen Meridian gebracht, der messingene Torsionsstab in den Bügel gelegt und am Torsionskreis gedreht, bis derselbe resp. die Fadenebene auch angenähert dieser Axe resp. dem magnetischen Meridian parallel wurde; darauf orientirte man den Spiegel *s* nach Lösung der Schraube *p* so, dass er ebenfalls wie der fixe Spiegel annähernd die Scalenmitte in das Fernrohr reflectirte.

Vertauscht man jetzt auch abwechselnd im Bügel den Magnet und Torsionsstab, bis beide denselben Scalentheil hinter dem Vertikalfaden im Fernrohr erscheinen lassen, so liegt offenbar der Magnet und somit auch mit genügender Annäherung die Axe des Magnetschiffchens im magnetischen Meridian und die Bifilarwage befindet sich ebenfalls für sich in ihrer natürlichen Gleichgewichtslage, wo die Faden parallel und untordirt sind. Der in 90° getheilte verstellbare Ring *bb* unten wird hierauf mit einem seiner Striche genau auf den Index bei *a* eingestellt, geklemmt und nun nach dieser Theilung unter Lösung der Klemme *K* der ganze obere Theil des Apparats genau um 90° gedreht und wieder geklemmt, während oben der Torsionsstab im Magnetschiffchen liegt. So ist also die Axe des Magnetschiffchens und das ganze Magnetgehäuse senkrecht zum magnetischen Meridian orientirt. Um jetzt die Scalenmitte im Spiegel *s*, der sich mitgedreht hat, wieder im Fernrohr zu erblicken, muss er um 90° zurückgedreht werden; dies zu erleichtern, dient die Kreisscheibe *q* (Fig. 1) mit ihrem Index, der vorher genau auf einen Theilstrich derselben eingestellt und geklemmt worden ist; löst man also jetzt die Schraube *p*, so kann man den mit der Kreisscheibe fest

verbundenen Spiegelhalter leicht um 90° nach der einen oder andern Seite drehen. Ist dies geschehen, so liest man, während noch der Torsionsstab im Magnetschiffchen liegt, am Torsionskreis genau die Stellung der beiden Verniere — bis auf Minuten — und zugleich die Scale im Fernrohr ab, vertauscht den Torsionsstab mit dem Magneten und dreht die Suspensionsröhre mit ihrem Index so lange, bis man im Fernrohr dieselbe Scalenablesung wie vorher erhält. Alsdann steht der Magnet, wie gewünscht, senkrecht auf dem magnetischen Meridian und die Differenz der neuen Vernier-Ablesungen am Kreise und der frühern giebt zugleich den sogenannten Torsionswinkel des Bifilars an, der die Empfindlichkeit desselben bemisst.

Die in gleicher Weise wie beim Unifilar auszuführende Centrirung des Magnets im Instrument und bezüglich der Kupferdämpfer, sowie die Justirung der Spiegel und Scale, dass der fixe Spiegel genau die Ablesung 300 an der Scale giebt und der Magnetspiegel eine wenig grössere Zahl, erfolgen hier ihrem Hauptbetrag nach besser schon vor den letzten eben angegebenen Operationen, d. h. vor der Orientirung des Gehäuses etc. senkrecht zum magnetischen Meridian, so dass zum Schluss nur noch ganz unbedeutende Nachjustirungen in dieser Beziehung zu erfolgen haben.

Sowohl beim Unifilar- als beim Bifilar-Magnetometer ist bei dieser Justirung nicht ausser Acht zu lassen, dass zum Schluss die Verniere des Theilkreises T eine Zwischen-Lage zwischen dem magnetischen Meridian und seiner Normalen annehmen sollen, damit sie beim spätern Aufsetzen der Ablenkungsschiene in der einen und andern dieser zwei Richtungen nicht unter die Schiene fallen.

d) Justirung der Lloyd'schen Wage.

Nachdem der obere Körper des Gehäuses und der Magnet entfernt worden sind, wird nach einer auf die Achatplatten aufgesetzten Libelle (Dosenlibelle) die Ebene derselben vermittelst der Stellschrauben des Fusses horizontal gemacht, darauf der Magnet eingelegt und arretirt, das Gehäuse wieder zusammengesetzt, die Schiene (Fig. 10) aufgelegt und diese parallel zum Magnet in der Wage orientirt. Zu dem Ende wurden an den Enden der Schiene über ihre Mitte herunterhängend Senkel befestigt, und die erstere dann so lange gedreht, bis die durch die Senkel gegebene Visirlinie mit der Röhrenaxe des Magnets zusammenfiel. Auf den Index i an der Schiene stellte man darauf einen der Striche des getheilten Ringes ein. Je nachdem man nun den Magnet der Lloyd'schen Wage parallel oder senkrecht zum magnetischen Meridian haben will, stellt man über der wie oben orientirten oder dann nach der Kreis-Theilung um 90° aus dieser Lage herausgedrehten Schiene eine lange, spitz zulaufende Magnetnadel, die auf einer Spitze schwebt, auf und dreht das ganze Instrument auf seiner Unterlage bis die Nadel nach Visiren über sie hin parallel der Schiene steht. Diese Orientirungen alle lassen sich leicht mit einer Sicherheit von 0°,1 ausführen, was vollkommen genügt.

Da das total reflectirende Prisma die Bewegung des Wagebalkens um seine horizontale Axe in eine scheinbare um eine Vertikal-Axe umwandeln soll, so muss die brechende Kante desselben durchaus parallel der Magnet-Axe resp. senkrecht zur Schneide sein und es kann daher bei diesem Instrument Fernrohr und Scalenmitte nur in einer Vertikalebene durch die Schneide des Wagebalkens aufgestellt werden, was wieder vermittelst der bereits orientirten Schiene zu bestimmen ist.

Es bleibt dann nur übrig, das Prisma durch Neigen und leichtes Drehen im Azimut vermittelst der betreffenden Correctionsschrauben so zu stellen, dass das Scalenbild vom Spiegel des arretirten Magnets[1]) im Gesichtsfeld des Fernrohrs eine passende Lage einnimmt und angenähert die Mitte derselben hinter den Vertikalfaden fällt, worauf schliesslich noch der fixe Spiegel mit den Correctionsschrauben so zu justiren und die Scale so zu verschieben ist, dass er genau den Scalentheil 300 mit dem Vertikalfaden im Fernrohr zur Deckung bringt und das Scalenbild von ihm nahe über oder unter demjenigen des Magnetspiegels im Gesichtsfeld des Fernrohrs erscheint.

3. Formeln für die Variationsapparate und Bestimmung ihrer Constanten.

a) Variation der Declination.

Bei den Beobachtungen am Unifilar-Magnetometer wird jeweilen die Stellung des Vertikalfadens im Gesichtsfeld des Fernrohrs an den beiden übereinanderliegenden Scalenbildern, das eine vom Magnetspiegel, das andere vom fixen Spiegel erzeugt, bis auf 0,1 Scalentheil abgelesen. Aus diesen beiden Ablesungen, die wir mit n und n_0 bezeichnen wollen, ist unmittelbar nur der Unterschied der augenblicklichen absoluten Declination und derjenigen, welche dem Scalentheil n_0 zukäme, abzuleiten. Nehmen wir, wie das nach erfolgter Justirung der Fall sein soll, an, es stehe die Scale senkrecht auf der optischen Axe des Fernrohrs, die letztere sei auf die Mitte des Magnetspiegels resp. seine vertikale Drehungsaxe, die in die spiegelnde Fläche fallen möge, gerichtet und der Scalentheil n_0 (300) befinde sich vertikal über oder unter der optischen Axe des Fernrohrs, so ist die Winkeldifferenz φ der beiden Declinationen gegeben durch:

$$\text{tang } 2\varphi = \frac{n - n_0}{E}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

wo E die in Scalentheilen als Einheiten ausgedrückte horizontale Entfernung der vordern getheilten Seite der Glasscale von der hintern spiegelnden Fläche des Magnetspiegels nach

1) Die Arretirungsschrauben müssen so justirt sein, dass die Magnetaxe nach der Arretirung horizontal liegt und ebenso auch die Kante der Schneide; ersteres ist mit einer auf den cylindrischen Magnet aufzusetzenden Libelle, letzteres dadurch zu prüfen, dass das Scalenbild im Fernrohr weder steigt noch fällt, wenn man die Arretirung löst. Mit dem Niveau ist auch der Parallelismus des Magnetspiegels zu einer Ebene durch die Magnetaxe parallel zur Schneide zu prüfen.

Abzug von $^1/_3$ der Dicken-Summen aller zwischen Scale und hinterer Magnetspiegelfläche eventuell befindlichen und als planparallel vorausgesetzten Glasplatten bedeutet.

In erster Annäherung kann man statt der obigen Formel auch setzen:

$$2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \varphi = \frac{n - n_0}{2E \cdot \sin 1'},$$

wobei man also φ direct in Minuten und Bruchtheilen derselben erhält. Damit also der Werth eines Scalentheils gleich einer halben Minute sei, muss die Entfernung E sein:

$$E = 3437{,}75 \text{ Scalentheile.}$$

Eine weiter gehende Annäherung an den durch 1) gegebenen genauen Werth bietet der Ausdruck:

$$3 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \varphi = \frac{n - n_0}{2E \cdot \sin 1'} \left(1 - \frac{(n - n_0)^2}{3E^2}\right).$$

Für die Werthe $n - n_0 = 120$ Scalentheile, der bei uns nur sehr selten zur Zeit von Störungen der Declination überschritten wird und sodann $n - n_0 = 300$ Scalentheile, der als Ende der Scale etwa bei Ablenkungsbeobachtungen behufs Empfindlichkeitsbestimmungen erreicht wird, ergeben diese drei Ausdrücke mit unserm obigen Werth von E der Reihe nach folgende Winkelgrössen für φ;

$n - n_0$	φ_1	φ_2	φ_3
120	0° 59′ 58″,5	1° 0′ 0″	0° 59′ 58″,5
300	2 29 37,2	2 30 0	2 29 37,2

Hieraus ist ersichtlich, dass die Formel 2 mit einer Genauigkeit von $^1/_{20}$ Scalentheil = 0′,025 oder 1″,5 bis zu Ablenkungen von $\pm 1°$ von der Mitte aus vollkommen genügend ist und erst von da an für grössere Ablenkungen die Formel 3 zu benutzen ist, welche bis zum Ende der Scale dieselben Werthe wie die genaue Formel 1 ergiebt.

Unsere Declinationsvariationen sind somit nach der einfachen Formel:

$$2' \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \varphi = \frac{n - n_0}{2E \cdot \sin 1'} = (n - n_0)\ 0'{,}50$$

zu berechnen, unter der Voraussetzung, dass $E = 3437{,}75$ Scalentheile sei.

Diese reducirte Entfernung E ist aber nicht direct abzumessen, sondern bloss die Entfernung der vordern Spiegelfläche von der vordern getheilten Fläche der Glasscale, die wir E' nennen wollen; dann hat man:

$$4 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad E' = E + \tfrac{1}{3}\Sigma e - e,$$

wo e die Dicke des Spiegels und Σe die Summe aller Glasdicken zwischen der Glasscale und der hintern Spiegelfläche bedeuten.

Bei unserm speciellen Apparat, wo 1 Theil der Glasscale = 0,9996 mm. ist, muss $E = 3436{,}31$ mm. werden. Da ferner die Spiegeldicke 1,4 mm. und die Dicke der planparallelen Verschlussplatte davor 2,7 mm. beträgt, so muss die unmittelbar abzumessende Entfernung E' der vordern Fläche der Glasscale von der vordern Spiegelfläche:

$$E' = 3436{,}31 + \tfrac{1}{3}4{,}1 - 1{,}4 = 3436{,}3 \text{ mm.}$$

betragen.

Der obigen Voraussetzung gemäss ist aber E' die horizontale Entfernung zwischen der Glasscalenfläche und der Spiegelfläche, welche daher am besten in der Art gemessen wird, dass man längs der vordern getheilten Fläche der Glasscale ein kleines Senkel an einem Coconfaden herunterhängen lässt, welches mit seiner Spitze die obere getheilte Seite eines zwischen Scale und Spiegel horizontal hingelegten Maassstabes eben bei einem Striche berührt oder auch bei dem auf die hohe Kante so hingelegten Maassstab längs eines Theilstrichs der Seitenfläche einspielt. Der Maassstab befindet sich in der Höhe des Magnetspiegels, so dass eine, dort aus ihm auszuschiebende Languette mit ihrem abgerundeten Ende zur Berührung mit dem Spiegel gebracht werden kann. Der bei uns zu diesen Messungen neuerdings benutzte Maassstab besteht in einem 4 Meter langen Messingrohr, das auf seiner Oberfläche von dem geschlossenen, ebenen einem Ende aus in Decimeter getheilt ist und am andern Ende eine in eine Neusilber-Halbkugel endigende engere, etwas über ein Decimeter lange Röhre einschliesst, welche auszuschieben ist und eine Millimetertheilung von 1 Decimeter Länge hat. Diese Theilung ist durch einen Ausschnitt im äussern Rohre vermittelst eines an seiner Kante angebrachten Nonius bis auf 0,1 mm. abzulesen und der Nullpunkt des Nonius so gewählt, dass man am Schieber den Millimeterstrich 0 abliest, wenn sein kugelförmiges Ende in die Ebene des umschliessenden Rohrendes fällt, das selbst dem Theilstrich 0 resp. 4 m. entspricht. Zur Verminderung der Biegung und besserer Nivellirung wird die Röhre bei der Benutzung auf eine $3^{m}4$ lange Holzplatte gelegt, die selbst passend unterstützt wird. Gemäss meiner mittelbaren Verification der einzelnen Meter dieses Maassstabs nach unserm Normalmeter am 4. August 1884 haben sich für dieselben folgende Werthe in wahren Millimetern ergeben:

$0 - 1^{m}$	$= 1000{,}22^{mm}$
$1 - 2$	$= 1000{,}18$
$2 - 3$	$= 1000{,}33$
$3 - 4$	$= 1000{,}22$
$0 - 4$	$= 4000{,}95^{mm}.$

Hieraus folgt für die Längen:

$$0^{m} - 3^{m}5 = 0^{m}5 - 4^{m}0 = 3500{,}84^{mm}.$$

Bei der Abmessung der horizontalen Entfernung der einander zugewandten Flächen von Spiegel und Glasscale bei unserem Unifilar-Magnetometer wird man also statt auf

$E' = 3436{,}3$ bei unserm obigen Maassstab mit Rücksicht auf seine Correction unmittelbar einzustellen haben auf den Theilpunkt 3435,5, damit dann der Werth eines Scalentheils genau 0′,50 betrage.

Die Genauigkeit, mit welcher diese Abmessung der Entfernung E zu erfolgen hat, ergiebt sich aus der Gleichung 2 durch Differentiation nach E. Darnach ist

$$\partial E = E \frac{\partial \varphi}{\varphi}.$$

Nehmen wir als Genauigkeitsgrenze für die Bestimmung von φ an $\partial\varphi = \pm 1/_{20}$ Scalentheil $= \pm 0'{,}025$ und für E den Werth 3437,75 Scalentheile oder mm., so kommt wieder für:

$n - n_0$ oder φ		∂E
120	60′	± 1,42 Scalentheile oder mm.
300	150	± 0,57 » » »

Die durch unsern Maassstab ermöglichte Abmessung der Entfernung bis auf ± 0,1 mm. ist somit eine für alle Fälle vollkommen genügende. Damit diese Messung wirklich bis auf ± 0,1 mm. richtig sei, muss der Maassstab überdies nur bis auf 26′ genau einnivellirt sein.

Gemäss der Justirung soll der Magnet in der Stellung, wo sein Spiegel die Mitte der Scale resp. also den Scalentheil n_0 zeigt, ohne Torsion des Suspensions-Fadens aufgehängt sein. Bei einer Ablenkung φ aus dieser Lage wird der Faden um ebenso viel tordirt sein und demzufolge dieser Winkel kleiner sein, als wenn keine solche Torsion vorhanden wäre. Um daher den wahren Winkel φ' zu erhalten, wie eine torsionsfreie Suspension ihn ergeben hätte, hat man φ mit einem Factor zu multipliciren, der nach bekannten Principien gegeben ist durch:

$$5 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \varphi' = \varphi\left(1 + \frac{\Delta}{360 - \Delta}\right),$$

wo Δ die Ablenkung repräsentirt, welche der Magnet durch eine Drehung des obern Fadenendes um 360° erfährt. Drücken wir Δ in Minuten aus, so ist auch mit genügender Annäherung:

$$\varphi' = \varphi.(1 + 0{,}0000463\,.\,\Delta).$$

Nach 1, *b*) ist bei unserm Instrument mit Coconfaden

$$\Delta = 8'{,}2,$$

so dass der Correctionsfactor wird

$$\varphi' = \varphi.1{,}00038.$$

Hieraus folgt, dass $\varphi = 66'$ oder 132 Scalentheile werden darf, ehe die Correction wegen der Torsion 0,025 oder $^1/_{20}$ Scalentheil erreicht, und die letztere wird für $\varphi = 150'$ oder 300 Scalentheile erst: 0,057 oder wenig mehr als 0,1 Scalentheil.

Bei unserm Instrument mit Coconfaden können wir also innerhalb der gewöhnlichen Declinationsvariationen uns ganz allein an die einfache Formel 2 halten und nur für grössere Ablenkungen als 1° erscheint es nöthig zur Formel 3 überzugehen, wobei man ebenfalls innerhalb der Scale die Torsion vernachlässigen kann.

Hätte man dagegen den Magnet an einem Neusilberdraht von 0,07 mm. Dicke aufgehängt, wie wir ihn später beim Bifilar-Magnetometer benutzt haben, so würde für einen solchen die Grösse Δ angenähert geworden sein:

$$\Delta = 66'$$

und daher hätte man dann:

$$\varphi' = \varphi \,.\, 1{,}00306.$$

Hier würde die Grenze für die Ablenkungen, für welche die Correction wegen der Torsion eben 0,025 oder $^1/_{20}$ Scalentheil erreicht, sein $\varphi = 8{,}2$ oder 16,4 Scalentheile. Sie wäre also im Allgemeinen nicht mehr zu vernächlässigen[1]).

Heissen wir nun d_0 die absolute Declination, welche der Magnetlage entspricht, wo auch der Magnetspiegel eben den Scalentheil n_0 zeigt, so wird aus der Ablesung n am Unifilar-Magnetometer die entsprechende absolute Declination d in Minuten allgemein nach der Formel:

$$d = d_0 + (n - n_0)\,\frac{1 + 0{,}0000463\,\Delta}{2E \sin 1'}\left(1 - \frac{(n-n_0)^2}{3E^2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \text{I}$$

berechnet, die für unser specielles Instrument mit Coconfaden und $n_0 = 300$ übergeht in:

$$d = d_0 + (n - 300)\;0{,}50, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{I}'$$

wenn wir uns auf Werthe von $n \leq 120$ Scalentheile beschränken.

Jede absolute Declinationsmessung aber, bei welcher genau gleichzeitig das Unifilar-Magnetometer abgelesen wird, liefert eine Gleichung I oder I', in welcher d und n bekannt sind und aus der somit ein Werth von d_0 i. e. der sogen. Normalstand zu berechnen ist.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1888, wo keine Veränderung durch Justirung am Apparat erfolgte, haben sich z. B. folgende Mittelwerthe des Normalstandes aus den absoluten, jede Woche einmal angestellten Declinationsmessungen ergeben:

---

1) Ein gleicher Draht ist kürzlich bei unserm Declinatorium für absolute Messungen eingezogen worden, so dass die dort zu sammelnden Erfahrungen zeigen werden, ob es nicht trotz der grössern Torsionskraft wegen der Unabhängigkeit des Metalls von der Feuchtigkeit und der grössern Constanz gerathener sei, auch beim Unifilar-Magnetometer einen solchen zu verwenden. Auch die neuerdings vorgeschlagenen Quarzfaden sollen probirt werden.

		d_0	∂d_0
1888	Juli	0° 19′,13	± 0′,15
	August	19,07	± 0,17
	September	18,99	± 0,20
	October	18,98	± 0,17
	November	18,90	± 0,24
	December	18,99	± 0,23

Diese Mittel sind vom August an je 3 monatliche, also aus 12 absoluten Messungen für den mittlern Monat berechnete; die mittlere Abweichung der Einzel-Daten repräsentirt fast ganz den Fehler der absoluten Messung.

b) Variation der Horizontal-Intensität.

Die einer Aenderung der Horizontal-Intensität entsprechende Drehung des Bifilarmagnets kann als eine Veränderung ζ des Torsionswinkels z_0, der unmittelbar bei der Einrichtung des Bifilars beobachtet wurde, angesehen werden und zwar erhält man die grössere Horizontalintensität H, welche einem neuen Torsionswinkel $z_0 + \zeta$ zukommt, im Verhältniss zu H_0, d. h. derjenigen, welche im Moment der Orientirung des Magnets senkrecht zum magnetischen Meridian stattfand resp. also dem Torsionswinkel z_0 entspricht, allgemein nach der Formel[1]):

$$\mathbf{6} \qquad \frac{H}{H_0} = \frac{(1+\operatorname{cotg} z_0 \operatorname{tang} \zeta)(1+\beta t)(1+\nu H \cos\varphi_0)\left(1+s\frac{z_0+\zeta}{\sin(z_0+\zeta)}\right)}{\cos\xi\,(1+\operatorname{tang}\xi \operatorname{tang}\zeta)\,[1-\operatorname{cotg}\varphi_0 \operatorname{tang}(\zeta-\xi)]\,(1+\beta t_0)\,[1+\nu H\cos(\varphi_0-\zeta+\xi)]\left(1+s\frac{z_0}{\sin z_0}\right)},$$

wo t_0 die Temperatur des Bifilars zur Zeit der Einrichtung der Transversalstellung des Magnets und t diejenige im Moment der Beobachtung, ferner φ_0 den Winkel der magnetischen Axe des Magnets in seiner transversalen durch z_0 definirten Lage mit dem magnetischen Meridian zur Zeit der Aufsuchung desselben mit dem Magnet in der normalen Lage, ferner ξ die Aenderung der Declination vom Moment der Transversalstellung, wie sie

---

1) Diese Formel ist aus der Division folgender zwei Gleichgewichtsgleichungen des Bifilarmagnetometers entstanden, wovon sich die erste auf den Moment der Einrichtung des Bifilars bezieht:

$$\mathbf{A} \quad \begin{cases} H_0 M_0 (1-\mu t_0)(1+\nu H_0 \cos\varphi_0)\sin\varphi_0 = \dfrac{Q g d_0 d'_0 [1+(\delta+\delta')t_0]}{4 l_0 (l+\lambda t_0)} \sin z_0 \left(1+s\dfrac{z_0}{\sin z_0}\right), \\ H M_0 (1-\mu t)[1+\nu H\cos(\varphi_0-\zeta+\xi)]\sin(\varphi_0-\zeta+\xi) = \dfrac{Q g d_0 d'_0 [1+(\delta+\delta')t]}{4 l_0 (l+\lambda t)} \sin(z_0+\zeta)\cdot\left(1+s\dfrac{z_0+\zeta}{\sin(z_0+\zeta)}\right), \end{cases}$$

wo M_0 das magnetische Moment des Magnets bei 0°, g die Beschleunigung der Schwere, l_0 die Länge der Suspensionsfaden bei 0° darstellen und die übrigen Grössen die oben angegebene Bedeutung haben.

durch z_0 definirt ist, bis zum Moment der Beobachtung, ν den Inductionscoefficienten des Magnets und β den Temperaturcoefficienten des ganzen Bifilars darstellen, welcher letztere nach S. 4 beim uncompensirten Bifilar gegeben ist durch:

$$\beta = \mu + \delta + \delta' - \lambda \text{ [1)]}.$$

Endlich repräsentirt s das Verhältniss der Torsionskraft der Suspensionsfaden zur Directionskraft der Schwere und ist also gleich:

$$s = \frac{8\pi\rho^4\varkappa}{5Q.d.d'},$$

wo ρ den Halbmesser, $\varkappa$ den Elasticitätscoefficienten der Substanz der Suspensionsfaden, d deren untere, d' deren obere Distanz und Q die an ihnen hängende Masse bezeichnen.

Heissen wir ferner v die Aenderung der Declination vom Moment der Aufsuchung des Meridians am Bifilar bis zum Moment seiner Transversalstellung, so ist in unserm Fall:

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} + v,$$

wenn wir, wie oben für ξ, annehmen, dass positive Werthe von v zunehmende westliche Declination darstellen und wir diesen Winkel von dem nach Ost gewendeten Nordpol der Nadel aus zählen.

Führen wir diesen Werth in Gleichung 6 ein und berücksichtigen zugleich, dass v, ζ und ξ kleine Winkelgrössen sind und ebenso β, s und ν kleine Grössen repräsentiren, also alle Glieder mit höhern Potenzen oder Producten dieser Grössen als den zweiten bei der Entwicklung vernachlässigt werden können, so kommt

$$\left.\begin{aligned} H = H_0 \Big\{ 1 &+ \operatorname{cotg} z_0 \operatorname{tang} \zeta + \beta (t - t_0) + s \frac{\zeta}{\sin z_0} (1 - z_0 \operatorname{cotg} z_0) + \\ &+ \tfrac{1}{2} \sin^2 \xi - \operatorname{tang} \xi \operatorname{tang} \zeta - \nu H \sin (\zeta - \xi) + \beta^2 t_0^2 + s^2 \frac{z_0^2}{\sin^2 z_0} - \operatorname{tang} v \operatorname{tang} (\zeta - \xi) \Big\}. \end{aligned}\right\} \quad 6'$$

Bei unserm Bifilarmagnetometer ist, dasselbe als ganz uncompensirt vorausgesetzt, angenähert:

$$\begin{array}{llll} z_0 = 45^\circ & & \beta = \mu + \delta + \delta' - \lambda = 0{,}000533, & \\ \nu = 0{,}0008 & t_0 = 20^\circ & & H = 1{,}64 \\ Q = 120000 \text{ mg.}, & d = 13 \text{ mm.}, & d' = 12{,}5 \text{ mm.} & \end{array}$$

---

1) Die Glieder mit β in Gleichung 6 sind eigentlich nicht genau, sondern repräsentiren bereits gewisse Annäherungen, welche sich indessen der Kleinheit von δ, δ' und λ halber nur um kleine Grössen dritter Ordnung von den wahren Werthen unterscheiden und deshalb bereits abkürzend eingeführt worden sind.

und im Fall von Coconfaden: $\varrho = 0{,}044\ \frac{mm}{}$ $\varkappa = 10^9$, also $s = 0{,}00097$
» » » » Neusilberdraht a: $\varrho = 0{,}035$ $\varkappa = 10^{10}$, » $s = 0{,}00387$
» » » » » b: $\varrho = 0{,}028$ $\varkappa = 10^{10}$, » $s = 0{,}00158$

Setzen wir ferner voraus, es seien im Maximum:

$$t - t_0 = 10° \text{ C.}, \quad \zeta = 60', \quad \xi = -60', \quad v = 5',$$

so nehmen die einzelnen Glieder im Ausdruck 6′ folgende Zahlenwerthe an:

$\operatorname{cotg} z_0 \operatorname{tang} \zeta$	$= 0{,}01745$	$\nu H \sin(\zeta - \xi)$	$= 0{,}000046$	
$\beta (t - t_0)$	$= 0{,}00533$	$\beta^2 t^2_0$	$= 0{,}000114$	
$s \frac{\zeta}{\sin z_0} (1 - z_0 \operatorname{cotg} z_0)$	$= 0{,}000005$	$s^2 \frac{z^2_0}{\sin^2 z_0}$	$= 0{,}000001$	für Coconfaden
	$= 0{,}000020$		$= 0{,}000018$	» Neusilberdraht a
	$= 0{,}000008$		$= 0{,}000003$	» » b
$\frac{1}{2} \sin^2 \xi$	$= 0{,}000152$	$\operatorname{tang} v \operatorname{tang} (\zeta - \xi)$	$= 0{,}000051$	
$\operatorname{tang} \xi \operatorname{tang} \zeta$	$= 0{,}000305$			

Bei unserm Bifilarmagnetometer kann man, wie wir im Verfolg zeigen werden, durch Schätzung der 0,1 Scalentheile noch 0,000025 mm. mg. s. oder $\frac{0{,}000025}{H_0} = 0{,}000015$ Bruchtheile der Horizontal-Intensität: $H_0 = 1{,}64$ bestimmen. Es sind also nur die Ausdrücke mit s, welche innerhalb dieser Grenze bleiben oder dieselbe in den angenommenen extremen Fällen ganz unbedeutend überschreiten.

Der Ausdruck 6′ vereinfacht sich somit zunächst zu folgendem:

$$\mathbf{6''} \quad \begin{cases} H = H_0 [1 + \operatorname{cotg} z_0 \operatorname{tang} \zeta - \operatorname{tang} \xi \operatorname{tang} \zeta + \\ \qquad + \beta (t - t_0) + \beta^2 t^2_0 + \frac{1}{2} \sin^2 \xi - (\operatorname{tang} v + \nu H) (\sin \zeta - \sin \xi)]. \end{cases}$$

Nur in den Fällen, wo die Winkel ζ und ξ bloss etwa $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ der oben angenommenen Maximalwerthe betragen und eine Temperatur-Compensation angebracht ist, die β auf etwa $\frac{1}{3}$ seines obigen Werthes reducirt, wird sich die obige Gleichung auf die gewöhnlich allein berücksichtigten grössten Glieder reduciren, also sein:

$$\mathbf{6'''} \quad \ldots\ldots\ldots\ H = H_0 [1 + \operatorname{cotg} z_0 \operatorname{tang} \zeta + \beta (t - t_0)].$$

Die Winkel ζ, ξ, v sind nun durch die Ablesungen an den Scalen auszudrücken. Unter denselben Voraussetzungen, unter welchen die Gleichung 1 stattfindet, werden wir hier in erster Annäherung:

$$\mathbf{7} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \operatorname{tang} \zeta = \frac{m - m_0}{2D}$$

und genauer:

$$\text{tang}\,\zeta = \frac{m-m_0}{2D} - \left(\frac{m-m_0}{2D}\right)^3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 8$$

setzen können, wenn wir entsprechend die reducirte Entfernung von Scale und Spiegel beim Bifilar mit D, die ζ entsprechende Ablesung an jener m und die dem fixen Spiegel oder der Mitte der Scale entsprechend mit $m_0 = 300$ bezeichnen. Heissen wir ferner n den am Unifilar-Magnetometer gleichzeitig mit dem Bifilar-Magnetometer beobachteten Scalentheil, sodann n' den da abgelesenen Scalentheil im Moment der Aufsuchung des magnetischen Meridians beim Bifilar und n'' denjenigen, wenn der Magnet eben im Bifilar transversal orientirt worden ist und sein Spiegel dabei den Scalentheil m_0 zeigt, so geht die Gleichung 6″ über in:

$$\left.\begin{aligned} H = H_0 \Big\{ 1 + \text{cotang}\, z_0 \Big[\frac{m-m_0}{2D} - \Big(\frac{m-m_0}{2D}\Big)^3\Big] - \frac{m-m_0}{2D}\cdot\frac{n-n''}{2E} + \tfrac{1}{2}\Big(\frac{n-n''}{2E}\Big)^2 - \\ - \Big(\nu H + \frac{n''-n'}{2E}\Big)\Big(\frac{m-m_0}{2D} - \frac{n-n''}{2E}\Big) + \beta\,(t-t_0) + \beta^2 t_0^2 \Big\}, \end{aligned}\right\} \text{II}$$

wo wir im ersten Glied die höhere Potenz von $\frac{m-m_0}{2D}$ noch beibehalten mussten, da für $z_0 = 45°$ und $m - m_0 = 300$, $D = 3437{,}75$ Scalentheile

$$\text{cotang}\, z_0 \Big(\frac{m-m_0}{2D}\Big)^3 = 0{,}000083$$

wird. Nur für Werthe von $m - m_0$ und $n - n'' \leqq 35$ Scalentheile bei $D = E = 3437{,}75$ Scalentheile und für $\beta \leqq 0{,}00019$ bei $t_0 = 20°$ C. wird man statt II ohne Beeinträchtigung der 0,1 Scalentheil entsprechenden Genauigkeit in der Ableitung der Horizontalintensität die einfachere Formel benutzen können:

$$H = H_0 \Big\{ 1 + \frac{\text{cotang}\, z_0}{2D}\,(m-m)_0 + \beta\,(t-t_0)\Big\}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{II}'$$

Bei unserm Bifilar mit der zuletzt angebrachten Temperaturcompensation beträgt nach S. 10 der Einfluss der Temperatur pro 1° C. noch: 0,00021 mm. mg. s., so dass also ist:

$$\beta = \frac{0{,}00021}{H_0} = 0{,}000128,$$

wenn wir genauer: $H_0 = 1{,}638$ setzen. Es genügt also die Kleinheit von β, um bei unserem Instrument das Glied $\beta^2 t_0^2$ vernachlässigen zu können.

Damit ferner bei diesem Werth von β und der in unserm Local nicht über 1° betragenden Temperaturvariation im Laufe des Jahres das von der Temperatur abhängige Glied in Formel II′ nicht um mehr als 0,000015 unsicher sei, muss die Temperatur am Bifilar mit einer Genauigkeit von 0°,1 bestimmt werden und der obige Temperatur-Coefficient

bis auf den zehntel Theil seines Werthes genau ermittelt worden sein. Beide Bedingungen können als erfüllt angesehen werden. Die Bestimmung nämlich der Temperatur-Coefficienten erfolgt am fertigen Instrument am einfachsten in der Art, dass man für verschiedene Temperaturen t, aber gleicher resp. nach der Angabe eines zweiten Bifilars auf gleichen Betrag zu reducirender Horizontal-Intensität H die Scale des Bifilars abliest und aus den entsprechenden Gleichungen β als Unbekannte ermittelt.

Die Variation der Horizontal-Intensität, welche einer Standänderung des Bifilars um 1 Scalentheil entspricht, hängt nach Formel II′ vom Zahlenwerth des Ausdrucks:

$$\frac{\operatorname{cotang} z_0}{2D}(m - m_0) = k(m - m_0),$$

oder:

9 . . . . . $\frac{H_0 \operatorname{cotang} z_0}{2D}(m - m_0) = \varepsilon . (m - m_0)$

ab, wenn wir darin $m - m_0 = 1$ annehmen. Hier ist ε der Empfindlichkeits-Coefficient in absolutem Maass (mm. mg. s.) und k derjenige bezogen auf $H_0 = 1$. Setzen wir wieder, wie es bei uns sehr nahe der Fall ist, $H_0 = 1{,}638$ und $D = 3437{,}75$ Scalentheile, was denselben Winkelwerth eines Scalentheils wie beim Unifilar repräsentirt und auch thatsächlich erzielt wurde, so muss also, damit:

10 . . . . . $\varepsilon = \frac{H_0 \operatorname{cotg} z_0}{2D} = 0{,}0002500$ mm. mg. s.

oder

$$k = \frac{\operatorname{cotg} z_0}{2D} = 0{,}0001526$$

werde, der Torsions-Winkel z_0 sein

$$z_0 = 43^\circ 37'.$$

Es frägt sich jetzt, wie genau der obige Empfindlichkeits-Coefficient ε und weiterhin die denselben zusammensetzenden Grössen ermittelt werden müssen, damit von daher im Beobachtungsresultat kein grösserer Fehler als etwa $\partial H = \pm 0{,}000025$ mm. mg. s., was $\pm 1/10$ Scalentheil Ablesungsfehler entspräche, entstehen könne. Durch Differentiation von 9 ergiebt sich:

11 . . . . . $\left\{\begin{array}{l} \partial\varepsilon = \partial H \frac{1}{m - m_0}, \\ \partial H_0 = \partial H \frac{2D}{H_0 \operatorname{cotg} z_0} \cdot \frac{H_0}{m - m_0}, \\ \partial D = \partial H \frac{2D}{H_0 \operatorname{cotg} z_0} \cdot \frac{D}{m - m_0}, \\ \partial z_0 = \partial H \frac{2D}{H_0 \operatorname{cotg} z_0} \cdot \frac{\frac{1}{2}\sin 2z_0}{m - m_0}. \end{array}\right.$

Hieraus folgt unter Einsetzung der obigen Zahlenwerthe für:

$m - m_0$	∂H_0	∂D mm	∂z_0	$\partial \varepsilon$
120	$\pm$ 0,00138	$\pm$ 2,85	$\pm$ 1′43	$\pm$ 0,00000021
300	$\pm$ 0,00055	$\pm$ 1,14	$\pm$ 0,57	$\pm$ 0,00000008

Da die Variationen der Horizontal-Intensität bei uns nur sehr selten $\pm$ 0,0300 mm. mg. s. überschreiten, was der erstern Grenze $m - m_0 = 120$ entspricht, so sind also die vorstehenden Fehlergrenzen leicht einzuhalten. Direct lesen wir, wie oben angegeben, an unserm Torsionskreis allerdings nur ganze Minuten mit den Vernieren ab, können indessen wohl 0′5 noch gut schätzen.

Der Empfindlichkeits-Coefficient des Bifilars kann aber noch auf eine andere Weise bestimmt werden, welche den Vortheil hat, dass sie zu jeder Zeit am vollkommen eingerichteten Instrument ausgeführt werden kann, die genaue Kenntniss von D nicht erfordert und weniger von Localeinflüssen abhängig ist. Zu dem Ende legt man die Schiene Fig. 10 auf das Bifilar auf, klemmt den Halter SF in einer bestimmten Entfernung fest und schiebt den Ablenkungsmagnet in die Längsbohrung dieses Halters (Lage ns) ein. Man dreht darauf die Schiene, bis der Magnet an dem des Bifilars keine Ablenkung hervorbringt, alsdann sind beide Magnete parallel resp. in der Senkrechten auf dem magnetischen Meridian und man hat nach Ablesung der Stellung des Index I auf dem Kreise T darnach die Schiene nur um 90° zu drehen, um den ablenkenden Magnet in den Meridian gebracht und damit senkrecht zum Bifilar-Magnet orientirt zu haben. In dieser Lage werden nun die Ablenkungen beobachtet, welche der Magnet mit Nordpol einmal nach Nord dann nach Süd gewendet, am Bifilar-Magnet bewirkt, denen man entsprechende Beobachtungen hinzufügt, nachdem man den Magnet auf die andere Seite des Bifilar-Magnets gebracht hat. Ganz analoge Ablenkungsbeobachtungen in derselben relativen Lage der beiden Magnete, d. h. gleiche Entfernung ihrer Mittelpunkte und senkrechte Stellung der magnetischen Axen macht man darauf nach Aufsetzung der Schiene beim Unifilar-Magnetometer senkrecht zum Meridian.

Zur Zeit der ersten Ablenkungsbeobachtung am Bifilar, wobei der ablenkende Magnet mit Nordpol nach Nord gerichtet aufgelegt sei, soll der Torsionswinkel am Bifilar $z_0 + \zeta_1$, die Temperatur t_1, die Horizontal-Intensität H_1, endlich die Declination bezogen auf den Moment der Transversalstellung des Bifilar-Magnets ξ_1 sein, dann wäre zu dieser Zeit ohne Ablenkungsmagnet die Gleichgewichtsbedingung am Bifilar:

$$\left.\begin{aligned} H_1 M_0 (1 - \mu t_1) [1 + \nu H_1 \sin(v + \xi_1 - \zeta_1)] \cos(v + \xi_1 - \zeta_1) = \\ = D_0 (1 + \alpha t_1) \sin(z_0 + \zeta_1) \left[1 + s \frac{z_0 + \zeta_1}{\sin z_0 + \zeta_1}\right], \end{aligned}\right\} \quad \ldots \; 12$$

wo wir abkürzend:

$$\frac{Qg d_0 d'_0}{4 l_0} = D_0 \quad \text{und} \quad \delta + \delta' - \lambda = \alpha$$

gesetzt haben und v die früher angegebene Bedeutung hat. Aus dieser Lage lenke nun der Ablenkungsmagnet den Bifilar-Magnet um den Winkel φ_1 im Sinne der Zunahme des Torsionswinkels ab; dann ist die neue Gleichung für das Gleichgewicht:

$$12' \quad \begin{cases} H_1 M_0 (1 - \mu t_1) [1 + \nu H_1 \sin(v + \xi_1 - \zeta_1 - \varphi_1)] \cos(v + \xi_1 - \zeta_1 - \varphi_1) + \\ + 2 M_0 M'_0 (1 - \mu t_1)(1 - \mu' t_1) [1 + \nu H_1 \sin(v + \xi_1 - \zeta_1 - \varphi_1)] (1 + \nu' H_1) f(E) \cos\varphi_1 = \\ = D_0 (1 + \alpha t_1) \sin(z_0 + \zeta_1 + \varphi_1) \left[1 + s \frac{z_0 + \zeta_1 + \varphi_1}{\sin(z_0 + \zeta_1 + \varphi_1)}\right], \end{cases}$$

wo M'_0 das magnetische Moment des ablenkenden Magnets bei 0°, μ' seinen Temperaturcoefficienten und ν' seinen Inductionscoefficienten, endlich $f(E)$ eine Function der Entfernung E beider Magnete darstellen.

Kehrt man den Ablenkungsmagnet um 180° um, so wird die neue Ablenkung des Bifilarmagnets φ_2 jetzt nach der entgegengesetzten Seite erfolgen und die Gleichgewichtsbedingung bei der neuen Temperatur t_2, dem Torsionswinkel $z_0 + \zeta_2$, der Horizontal-Intensität H_2 und der relativen Declination ξ_2 sein:

$$13' \quad \begin{cases} H_2 M_0 (1 - \mu t_2) [1 + \nu H_2 \sin(v + \xi_2 - \zeta_2 + \varphi_2)] \cos(v + \xi_2 - \zeta_2 + \varphi_2) - \\ - 2 M_0 M'_0 (1 - \mu t_2) (1 - \mu' t_2) [1 + \nu H_2 \sin(v + \xi_2 - \zeta_2 + \varphi_2)] (1 - \nu' H_2) f(E) \cos\varphi_2 = \\ = D_0 (1 + \alpha t_2) \sin(z_0 + \zeta_2 - \varphi_2) \left[1 + s \frac{z_0 + \zeta_2 - \varphi_2)}{\sin(z_0 + \zeta_2 - \varphi_2)}\right]. \end{cases}$$

Zur Zeit dieser Beobachtung würde für das Bifilar ohne Ablenkungsmagnet eine Gleichgewichtsbedingung 13 bestehen, die wir aus 12 erhalten, wenn wir dort statt der Grössen mit den Indices 1 überall die mit dem Index 2 setzen.

Für die Ablenkungsbeobachtungen am Unifilar-Magnetometer in derselben Entfernung E gilt die Gleichung:

$$14 \ldots\ldots \quad 2 M'_0 (1 - \mu' t) f(E) \cos\psi = H \sin\psi (1 + 0{,}0000463 \cdot \Delta),$$

wenn wir die dann stattfindende Temperatur mit t, die Horizontal-Intensität mit H, das Mittel der Ablenkungswinkel nach beiden Seiten mit ψ, mit $f(E)$ genau dieselbe Function der Entfernung E, wie oben, und endlich mit Δ dieselbe Grösse wie in Gleichung 5 bezeichnen. Damit $f(E)$ wirklich dieselbe Function von E wie in 12′ und 13′ sei, ist es nothwendig, dass nicht bloss der Ablenkungsmagnet in beiden Fällen derselbe sei, sondern auch die Magnete des Bifilars und Unifilars untereinander in Form und Grösse etc. genau gleich seien.

Aus den Gleichungen 12, 12′, 13, 13′ und 14 folgt schliesslich, wenn wir alle Glieder mit höhern Potenzen oder Producten der kleinen Grössen ζ, ξ, v, μ, μ', ν, ν', s vernachlässigen und berücksichtigen, dass nach den Ablesungen am Bifilar-Magnetometer m_1, m_2 und m zu den Zeiten von H_1, H_2 und H ist:

$$\frac{H_1}{H} = (m_1 - m)k \quad \text{und} \quad \frac{H_2}{H} = (m_2 - m)k,$$

folgender einfache Ausdruck für die gesuchte Grösse:

$$k = \frac{\operatorname{cotg} z_0}{2D} = \frac{\operatorname{tang} \psi}{2D \,.\, \operatorname{tang} \Phi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 15$$

wo wir abkürzend gesetzt haben:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tang}\Phi = \tfrac{1}{2}\Big\{ & \operatorname{tang}\varphi_1 \cdot \Big[1 + \mu'(t_1 - t) + k(m_1 - m) - 0{,}0000463\,.\,\Delta - \sin(v + \xi_1)\operatorname{tang} z_0 - \\ & - \sin\zeta_1 \operatorname{cotg} z_0 + s\,\frac{\cos\varphi_1}{\cos z_0}\,(1 - z_0 \operatorname{cotg} z_0)\Big] + \\ & + \operatorname{tang}\varphi_2 \Big[1 + \mu'(t_2 - t) + k(m_2 - m) - 0{,}0000463\,.\,\Delta - \sin(v + \xi_2)\operatorname{tang} z_0 - \\ & - \sin\zeta_2 \operatorname{cotg} z_0 + s\,\frac{\cos\varphi_2}{\cos z_0}\,(1 - z_0 \operatorname{cotg} z_0)\Big]\Big\} \end{aligned}\right\} \quad 16$$

oder, wenn wir das Mittel der Winkel φ_1 und φ_2 mit φ bezeichnen, also setzen:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

und berücksichtigen, dass die Differenz $\varphi_1 - \varphi_2$ eine kleine Grösse (circa 30″) beträgt, so ist mit genügender Annäherung auch:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tang}\Phi = \operatorname{tang}\varphi \Big[& 1 + \mu'\Big(\frac{t_1 + t_2}{2} - t\Big) + k\Big(\frac{m_1 + m_2}{2} - m\Big) - 0{,}0000463\,.\,\Delta - \frac{\sin\zeta_1 + \sin\zeta_2}{2}\operatorname{cotg} z_0 - \\ & - \frac{\sin(v + \xi_1) + \sin(v + \xi_2)}{2}\operatorname{tang} z_0 + s\,.\,\frac{1 - z_0 \operatorname{cotg} z_0}{\cos z_0}\cos\varphi\Big]. \end{aligned}\right\} \quad 16'$$

Unter Einsetzung dieses Werthes in Gleichung 15 und gleichzeitiger Substitution der betreffenden Scalen-Ablesungen für die verschiedenen Winkel sowie in Berücksichtigung dessen, dass $\cos\varphi$ im letzten Glied $= 1$ zu setzen ist wegen der Kleinheit von s und φ und dass $\frac{\operatorname{cotg} z_0}{2D} = k$ ist, erhalten wir schliesslich statt dieser:

$$\left.\begin{aligned} k = \frac{\operatorname{cotg} z_0}{2D} = \frac{N}{2E \,.\, M}\Big\{ & 1 - \Big(\frac{N}{2E}\Big)^2 + \Big(\frac{M}{2D}\Big)^2 - \mu'\Big(\frac{t_1 + t_2}{2} - t\Big) + k(m - m_0) + \\ & + 0{,}0000463\,.\,\Delta + \frac{\frac{n_1 + n_2}{2} - n'}{2E}\operatorname{tang} z_0 - s\frac{1 - z_0 \operatorname{cotg} z_0}{\cos z_0} \end{aligned}\right\} \quad 15'$$

wo abkürzend gesetzt wurde:

$$\frac{N_a - N_b}{2} - \frac{n_a - n_b}{2} = N \quad \text{und} \quad \frac{M_1 - M_2}{2} - \frac{m_1 - m_2}{2} = M \quad \ldots\ldots \quad 17$$

und wo N_a und N_b die dem Ablenkungswinkel ψ nach der einen und andern Seite entsprechenden Ablesungen am Unifilar-Magnetometer, n_a und n_b dessen mittlerer Stand je vor und nach diesen Ablenkungen, n_1 und n_2 die Ablesungen am gleichen Instrument zur Zeit der Ablenkungsbeobachtungen am Bifilar-Magnetometer und endlich n' seine Angabe bei der ursprünglichen Aufsuchung des Meridians am letztern Instrument, endlich M_1 und M_2 die Ablesungen am Bifilar bei den Ablenkungen und m_1 und m_2 die Mittel der Angaben desselben je vor und nach Auflegung des Ablenkungsmagnets auf die Ablenkungs-Schiene darstellen.

Aus dieser Gleichung ist unmittelbar ersichtlich, dass die Entfernung D von Scale und Spiegel beim Bifilar bei dieser Bestimmungsweise von k nur in den kleinen Correctionsgliedern comparirt.

Um zu untersuchen, wie genau die einzelnen Grössen bestimmt werden müssen, um die gesuchte Constante z_0 bis auf 1′ (siehe oben S. 29) sicher zu erhalten, können wir die Gleichung 15′, da sehr nahe $D = E$ ist, auch einfacher schreiben:

$$\operatorname{cotg} z_0 = \frac{N}{M}(1 + c)$$

wo also N die Ablenkung am Unifilar und M diejenige am Bifilar in Scalentheilen repräsentiren und c die Summe der Correctionsglieder in der Klammer darstellt.

Die Differentiation dieser Gleichung ergiebt:

$$18 \ldots\ldots\ldots \begin{cases} \partial z_0 = \partial N \cdot \frac{\sin^2 z_0}{M}(1 - c), \\ \partial z_0 = \partial M \cdot \frac{\cos^2 z_0}{N(1+c)}, \\ \partial z_0 = \partial c \cdot \frac{N}{M}\sin^2 z_0 \end{cases}$$

Es ist nun nicht ∂N und ∂M, was wir hier zu suchen haben, sondern, da diese die bekannte Genauigkeit der Scalenablesung repräsentiren, eher die kleinsten Werthe von M und N, welche man bei den Ablenkungen zu erstreben hat, um eine genügende Sicherheit des Endresultates zu erzielen. Setzen wir also, wie es bei unsern Instrumenten der Fall ist,

$$\partial z_0 = \pm arc\ 1', \qquad \partial N = \partial M = \pm 0{,}1 \text{ Scalentheil},$$
$$z_0 = 43°\,37', \qquad c = 0 \text{ in erster Annäherung},$$

so ergiebt sich: $N = 180$ Scalentheile, $\partial c = \pm 0{,}000582$.
$M = 164$ »

Bei unsern Bestimmungen dieser Art wurden für N und M gewöhnlich die Werthe 290 und 276 Scalentheile gewählt[1]), so dass also vorstehender Genauigkeitsbedingung dabei vollkommen genügt war.

1) Siehe Einleitung zum I. Theil der Annalen des phys. Central-Observatoriums für 1888 S. XXXI.

Was nun die Correctionsglieder in der Klammer des Ausdrucks 15′ betrifft, deren Betrag jeweilen nicht obigen Werth von ∂c übersteigen darf, wenn man sie soll vernachlässigen dürfen, so wollen wir zunächst die beiden ersten zusammen betrachten, da sie entgegengesetztes Zeichen haben und diese ihrer quadratischen Form halber nie wechseln können. Setzen wir da $E = D = 3437{,}75$ Scalentheile und $N = 290$, $M = 276$ Scalentheile (grössere Werthe von N kann man bei unsern Instrumenten praktisch nicht wählen), so kommt:

$$\left(\frac{M}{2D}\right)^2 - \left(\frac{N}{2E}\right)^2 = -0{,}000168,$$

so dass also die algebraische Summe dieser beiden Glieder in unserm Fall stets vernachlässigt werden kann.

Bei unseren Instrumenten ist ferner in runder Zahl:

$$\mu' = 0{,}001, \qquad k = 0{,}000153, \qquad z_0 = 43^\circ 37'$$

zu setzen; damit also die folgenden Glieder der Reihe je den Werth:

$$\partial c = \pm 0{,}000582$$

nicht überschreiten, darf höchstens sein:

$\frac{t_1 - t_2}{2} - t$	$= \pm$	0,58	Grade Celsius
$m - m_0$	$= \pm$	3,8	Scalentheile des Bifilars
Δ	$=$	12,6	Bogenminuten
$\frac{n_1 + n_2}{2} - n'$	$= \pm$	7,9	Scalentheile des Unifilars
s	$=$	0,00210.	

Hieraus ist ersichtlich, dass mit Ausnahme der beiden ersten Glieder in der Klammer alle übrigen leicht Beträge erreichen können, welche ihre Vernachlässigung nicht mehr gestatten und dass man daher im Allgemeinen zur Berechnung des Empfindlichkeitscoefficienten k des Bifilars aus den Ablenkungsbeobachtungen sich nicht, wie dies gewöhnlich geschieht, begnügen darf, statt der genauen Formel 15′ die einfache:

$$k = \frac{\operatorname{cotg} z_0}{2D} = \frac{N}{2EM} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 15''$$

zu benutzen. Was speciell unsere Instrumente und Bestimmungen von k nach dieser Methode betrifft, so war dabei: $\Delta = 8'{,}2$ (siehe S. 22) und $s = 0{,}00387$ (nach Einführung des Neusilberdrahtes a, siehe S. 26), also von diesen beiden Gliedern nur das erste zu vernachlässigen, $m - m_0$ betrug häufig über 20 Scalentheile, dagegen $\frac{n_1 + n_2}{2} - n'$ selten mehr als 8 Scalen-

theile. Ob endlich die Temperatur des Ablenkungsmagnets im Laufe der Beobachtungen nicht um mehr als 0°6 variirte, liess sich bis dahin in Ermanglung eines dabei oder darin angebrachten Thermometers nicht bestimmt entscheiden; jedenfalls wird es geboten sein, diese Fehlerquelle in Zukunft besser zu beachten.

Folgendes sind nun die seit der letzten Justirung des Bifilarmagnetometers am 3. October 1888 erhaltenen Werthe der Empfindlichkeitsconstanten:

		k
1888	4. October	0,0001562
	21. »	0,0001557
1889	30. Januar	0,0001572
	19. April	0,0001563

Der erste dieser Werthe ist unmittelbar aus dem bei der neuen Einrichtung des Instruments am 4. October erhaltenen Torsionswinkel abgeleitet worden, während die übrigen durch Ablenkungsbeobachtungen bestimmt wurden. Die letzteren sind dabei nach der einfachen Formel $15''$ ohne Berücksichtigung der Correctionsglieder berechnet worden. Nach den obigen Erörterungen hat unter diesen den grössten Einfluss das vierte positive Glied mit $m - m_0$ und da im Laufe der Zeit diese Grösse positiv stets gewachsen ist und zwar anfangs rascher, später langsamer, so sind alle obigen durch Ablenkungsbeobachtungen erhaltenen Werthe wohl etwas zu klein ausgefallen. In wiefern dies auf die obigen Differenzen derselben einwirkte, lässt sich nachträglich nicht genau angeben. Nach unsern bisherigen Voraussetzungen soll aber z_0 eine constante Grösse sein, und da in Wirklichkeit die Entfernung D sich auch nicht erheblich verändert hat, so müsste eigentlich k constant geblieben sein; dass dies in Wirklichkeit nicht genau der Fall war, kann zum Theil auch durch die im Nachstehenden zu erörternde Abweichung von unsern Hypothesen bedingt worden sein.

Zur Ableitung des absoluten Werthes der Horizontalintensität aus den Beobachtungen am Bifilarmagnetometer vermittelst der Formel II oder II′ ist noch die Kenntniss von H_0 nothwendig. Es ist dies der sogenannte Normalstand und repräsentirt nach Gleichung II′ diejenige Horizontalintensität, die der Ablesung $m = m_0$ und der Temperatur $t = t_0$ am Bifilar entspräche. Es müsste also auch wieder im Laufe der Zeit so lange, als m_0 und t_0 sich nicht verändern, der Werth von H_0 constant bleiben. Er wird entsprechend wie der Normalstand beim Unifilarmagnetometer dadurch bestimmt, dass man jeweilen zur Zeit der absoluten Bestimmungen der Horizontalintensität H gleichzeitig am Bifilarmagnetometer den Scalentheil m und die Temperatur t abliest, worauf dann aus Gleichung II′ H_0 als unbekannte Grösse zu berechnen ist.

Seit dem 4. October haben nun die allwöchentlich ein Mal ausgeführten absoluten Messungen der Horizontalintensität in dieser Weise im Monatsmittel je folgende Werthe für den Normalstand H_0 geliefert:

		H_0	∂H_0	Differenz.
1888	October	1,63758	± 0,00054	
				0,00163
	November	1,63595	± 0,00021	
				0,00099
	December	1,63496	± 0,00007	
				0,00061
1889	Januar	1,63435	± 0,00013	
				0,00003
	Februar	1,63432	± 0,00008	
				0,00041
	März	1,63391	± 0,00024	
				0,00030
	April	1,63361	± 0,00015	

Die mittlere Abweichung dH_0 der einzelnen Normalstände ist, wie leicht ersichtlich, weniger auf die Fehler der absoluten Messung als die Variation von H_0 im Laufe der Zeit zurückzuführen.

Aus der letzten Columne ist sodann unmittelbar eine beständige Abnahme von H_0, die aber nach und nach immer schwächer wurde, ersichtlich.

Dieser thatsächliche Widerspruch mit unsern Formeln ist auf eine unrichtige, in den Grundformeln *A* (S. 24) liegende Voraussetzung zurückzuführen. Wir haben nämlich dort stillschweigend angenommen, dass das magnetische Moment M_0 des Bifilarmagnets bei 0° zu jeder Zeit eine constante Grösse sei und dass ebenso die Dimensionen d_0, d'_0 und l_0 bei 0° stets gleich gross bleiben. In Wirklichkeit wird aber einerseits das magnetische Moment des Magnets den allgemeinen Erfahrungen zufolge im Laufe der Zeit etwas kleiner werden und andererseits werden zwar d_0 und d'_0 kaum sich ändern, wohl aber wird l_0 bei Metallfaden durch elastische Nachwirkung allmählich wenigstens zu Anfang sich vergrössern und bei Coconfaden wird ausserdem mit zu- oder abnehmender relativer Feuchtigkeit eine temporäre Verlängerung resp. Verkürzung der Faden erfolgen. In Berücksichtigung dessen hätte eigentlich die Formel II′ etwa folgendermaassen zu lauten:

$$H = H_0 \left[1 + \frac{\text{cotang } z_0}{2D}(m - m_0) + \beta(t - t_0) + \varkappa f(w) - \lambda f'(w)\right], \quad \ldots \quad \text{II}''$$

wo $\varkappa$ einen die Abnahme des Stabmagnetismus, λ einen die Fadenverlängerung repräsentirenden Coefficienten und $f(w)$ sowie $f'(w)$ zwei verschiedene Functionen der, seit Einrichtung des Instruments verflossenen Zeit w darstellen, welche beide die Eigenschaft haben, dass sie sich asymptotisch einem constanten Werthe annähern. Im Fall eines Coconfadens involvirt $f'(w)$ ausserdem noch eine Function der relativen Feuchtigkeit.

Damit die vorstehende Gleichung für gleiche Werthe von H und H_0 im Laufe der Zeit Bestand haben könne, muss bei constantem Empfindlichkeits- und Temperaturcoefficienten, entweder jeweilen

$$\varkappa . f(w) = \lambda . f'(w)$$

sein, resp. es müssen sich die beiderlei Veränderungen des magnetischen Moments und der Fadenlänge eben aufheben oder es muss die Ablesung m am Bifilar bei Ueberwiegen der

ersteren Aenderung beständig abnehmen oder im Fall eines grösseren Einflusses der Verlängerung der Suspensionsfaden continuirlich anwachsen. Da bei unserm Instrument thatsächlich das letztere der Fall war, so folgt daraus, dass bei ihm die Abnahme des magnetischen Moments des Bifilarmagnets ganz zurücktrat gegenüber der Verlängerung der Suspensionsfaden.

Wir hätten also in Folge dessen in der Gleichung II′ der Gleichung II″ gemäss links ein negatives Correctionsglied einführen sollen, welches dem beständigen Anwachsen des positiven Gliedes mit m das Gleichgewicht gehalten hätte; da dies in Wirklichkeit nicht geschah, so mussten bei der Berechnung von H_0 aus Gleichung II′ eben wegen des Anwachsens von m für ein gleiches H nothwendig immer kleinere Werthe von H_0 erhalten werden.

Damit nun die einfachere Formel II′ statt der complicirteren II benutzt werden könne, darf nach S. 27 der Werth von $m - m_0$ nicht gross sein; es ist daher räthlich, einige Zeit nach Einrichtung des Bifilars die obere Suspension durch Drehung am Torsionskreis zur Zeit eines mittleren Werthes der Horizontalintensität soweit zu verstellen, bis wieder der Scalentheil m_0 in der Mitte des Gesichtsfeldes im Fernrohr erscheint. Der hiebei neu abzulesende Torsionswinkel resp. die neu anzustellenden Ablenkungsbeobachtungen werden dann die Empfindlichkeitsconstante des Bifilars für die neu beginnende Periode ergeben. Hernach werden die Werthe von H_0 bei aufeinanderfolgenden Bestimmungen derselben bereits weniger von der geforderten Constanz abweichen.

c) Variation der Verticalintensität.

Aus der Beobachtung der Aenderung η des Neigungswinkels b_0 der magnetischen Axe des Wagbalkenmagnets der Lloyd'schen Wage mit dem Horizont in Folge einer Aenderung der Vertikalintensität berechnet sich das Verhältniss dieser neuen Vertikalintensität V zu der beim Neigungswinkel b_0 stattgefundenen V_0 nach der Formel[1]):

$$19 \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{V}{V_0} = \frac{1}{1 - \operatorname{tg} b_0 \operatorname{tg} \eta} \Big\{ & 1 + \varkappa (t - t_0) + \operatorname{tg} \eta \operatorname{tg} (\gamma - b_0) + \varkappa \operatorname{tg} \eta (t - t_0) \operatorname{tg} (\gamma - b_0) (1 - \operatorname{cotg} i_0 \cos a_0 \operatorname{tg} b_0) + \\ & + \operatorname{cotg} i_0 \cos (a_0 + \xi) \operatorname{tg} (b_0 - \operatorname{tg} \eta) \left(1 + \frac{H - H_0}{H_0} \right) \Big\}, \end{aligned} \right.$$

1) Diese Formel ist entstanden aus der Division der beiden Gleichgewichts-Gleichungen der Wage für die beiden erwähnten Momente:

$$\frac{G \lambda_0}{M_0} (1 + \varkappa t_0) \cdot \cos (\gamma - b_0) = V_0 \cos b_0 - H_0 \cos a_0 \sin b_0 \quad \text{und}$$

$$\frac{G \lambda_0}{M_0} (1 + \varkappa t) \cdot \cos (\gamma - b_0 - \eta) = V \cos (b_0 + \eta) - H \cos (a_0 + \xi) \sin (b_0 + \eta),$$

wo G das Gewicht, M_0 das magnetische Moment des Magnetwagbalkens bei 0°, λ_0 die Verbindungslinie des Schwerpunktes desselben mit der horizontalen Drehungsaxe, γ den Winkel dieser Linie mit der Südpolseite der magnetischen Axe und $\varkappa$ den aus der Aenderung von M, λ und γ mit der Temperatur zusammengesetzten Temperaturcoefficienten der Wage darstellen.

wo $\varkappa$ und γ die in der Anmerkung angegebene Bedeutung haben, t_0 die Temperatur des Magnets, H_0 die Horizontalintensität, i_0 die Inclination und a_0 das Azimut der magnetischen Axe des Magnets zum magnetischen Meridian im Moment des Neigungswinkels b_0 der Wage resp. des Ausgangspunkts für die Beobachtung, t und H die entsprechenden Grössen zur Zeit der Beobachtung von η darstellen, für welche das Azimut der Magnetaxe mit dem magnetischen Meridian $a_0 + \xi$ ist, wenn ξ die inzwischen eingetretene Declinationsvariation repräsentirt.

Berücksichtigen wir, dass wegen der nahe horizontalen Lage des Magnets der Winkel b_0 und fernerhin auch η, ξ, $\varkappa$ und $\frac{H-H_0}{H_0}$ kleine Grössen repräsentiren, deren höhere Potenzen resp. Producte deshalb zu vernachlässigen sind, so geht obige Gleichung mit ganz genügender Annäherung über in:

$$\left.\begin{aligned} V = V_0 \Big\{ & 1 + \varkappa (t-t_0) (1 - \operatorname{cotg} i_0 \cos a_0 \operatorname{tg} b_0) + \operatorname{cotg} i_0 \operatorname{tg} b_0 \Big(\cos a_0 \frac{H-H_0}{H} - \sin a_0 \sin \xi \Big) + \\ & + \operatorname{tg} \eta \Big[\operatorname{tg} \gamma \left[1 - \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} b_0 - \operatorname{cotg} i_0 \cos a_0 \operatorname{tg} b_0 + \varkappa (t-t_0) \right] + \\ & + \operatorname{cotg} i_0 \cos a_0 + \operatorname{cotg} i_0 \Big(\cos a_0 \frac{H-H_0}{H} - \sin a_0 \sin \xi \Big) \Big] \Big\}. \end{aligned} \right\} \quad 19'$$

Gewöhnlich wird die Lloyd'sche Wage mit ihrem Magnet entweder parallel oder senkrecht zum magnetischen Meridian orientirt. Für diese beiden Fälle geht obige Gleichung über in:

1. Magnet im magnetischen Meridian: $a_0 = 0°$.

$$\left.\begin{aligned} V = V_0 \Big\{ & 1 + \varkappa (t-t_0) + \operatorname{cotg} i_0 \operatorname{tang} b_0 \Big(\frac{H-H_0}{H_0} - \varkappa (t-t_0) \Big) + \\ & + \operatorname{tg} \eta \Big[\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{cotg} i_0 + \varkappa (t-t_0) \operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} b_0 \operatorname{tg} \gamma (\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{cotg} i_0) + \operatorname{cotg} i_0 \frac{H-H_0}{H_0} \Big] \Big\}; \end{aligned} \right\} \quad 20$$

2. Magnet senkrecht zum magnetischen Meridian: $a = 90°$

$$\left.\begin{aligned} V = V_0 \{ & 1 + \varkappa (t-t_0) - \operatorname{cotg} i_0 \operatorname{tang} b_0 \sin \xi + \\ & + \operatorname{tang} \eta \left[\operatorname{tang} \gamma + \operatorname{tang} \gamma \left(\varkappa (t-t_0) - \operatorname{tang} \gamma \operatorname{tang} b_0 \right) - \operatorname{cotg} i_0 \sin \xi \right] \}. \end{aligned} \right\} \quad 21$$

Hieraus ist unmittelbar ersichtlich, dass im ersten Fall die Variationen der Horizontalintensität $(H - H_0)$ und im zweiten diejenigen der Declination (ξ) noch einen Einfluss auf das Resultat behalten, allerdings wegen der Kleinheit von b_0 und η nur in Gliedern zweiter Ordnung.

Gehen wir bei der Zählung des Winkels η von der Stellung des Wagebalkens aus, wo seine magnetische Axe genau horizontal ist, setzen also: $b_0 = 0$, so vereinfachen sich obige Gleichungen weiterhin zu:

1) $a_0 = 0$ und $b_0 = 0$

$$\mathbf{20'} \quad V = V_0 \left\{ 1 + \varkappa (t - t_0) + \operatorname{tang} \eta \left[\operatorname{tang} \gamma + \operatorname{cotg} i_0 + \varkappa (t - t_0) \operatorname{tang} \gamma + \frac{H - H_0}{H_0} \operatorname{cotg} i_0 \right] \right\};$$

2) $a_0 = 90°$ und $b_0 = 0$.

$$\mathbf{21'} \quad V = V_0 \left\{ 1 + \varkappa (t - t_0) + \operatorname{tang} \eta \left[\operatorname{tang} \gamma + \varkappa (t - t_0) \operatorname{tang} \gamma - \sin \xi \operatorname{cotg} i_0 \right] \right\}.$$

Ersetzen wir endlich die Winkelgrössen η und ξ sowie die Variation $\frac{H - H_0}{H}$ durch die an den betreffenden Variationsinstrumenten abzulesenden Scalentheile, so kommt:

$$\mathbf{III_1} \quad \left\{ \begin{array}{l} V = V_0 \left\{ 1 + \varkappa (t - t_0) + \frac{w - w_0}{2L} \left[\operatorname{tang} \gamma + \operatorname{cotg} i_0 + \varkappa (t - t_0) \operatorname{tang} \gamma + \right. \right. \\ \qquad \left. \left. + k (m - m') \operatorname{cotg} i_0 - \left(\frac{w - w_0}{2L} \right)^2 (\operatorname{tang} \gamma + \operatorname{cotg} i_0) \right] \right\}, \end{array} \right.$$

und:

$$\mathbf{III_2} \quad V = V_0 \left\{ 1 + \varkappa (t - t_0) + \frac{w - w_0}{2L} \left[\operatorname{tang} \gamma + \varkappa (t - t_0) \operatorname{tang} \gamma - \frac{n - n'}{2E} \operatorname{cotg} i_0 - \left(\frac{w - w_0}{2L} \right)^2 \operatorname{tang} \gamma \right] \right\}.$$

Hier stellen w, m und n die gleichzeitigen Ablesungen an den Scalen der Lloyd'schen Wage, des Bifilars und Unifilars im Moment der Beobachtung dar, für den auch die Temperatur t gilt und w_0, m' und n' die gleichzeitigen Ablesungen an jenen Variationsapparaten bei Einrichtung des Instruments, wo der Magnet horizontal gestellt, die Temperatur t_0 abgelesen wurde, die Verticalintensität V_0 und absolute Inclination i_0 stattfanden; L repräsentirt bei der Lloyd'schen Wage die reducirte Entfernung von Scale und Spiegel. k ist der Empfindlichkeitscoefficient des Bifilars nach der durch Gleichung 10 gegebenen Definition und $\frac{1}{2E}$ der Werth eines Scalentheils des Unifilars in Bogen.

Unsere Lloyd'sche Wage ist den frühern Angaben gemäss mit ihrem Magnet parallel zum magnetischen Meridian orientirt, so dass Gleichung $\mathrm{III_1}$ auf sie anzuwenden ist. Bei ihr ist, zum Theil nach weiter unten erst abgeleiteten Daten:

$$\gamma = 0° 56', \quad \varkappa = -0{,}00001704, \quad 2L = 6875{,}5 \text{ Scalentheile},$$

ferner ist:

$$V_0 = 4{,}694, \quad i_0 = 70° 42', \quad k = 0{,}000156.$$

Setzen wir weiter als in Wirklichkeit bei den Variationen kaum überschrittene Grenzwerthe:

$$t - t_0 = 10°, \quad m - m' = w - w_0 = 120 \text{ Scalentheile},$$

so nehmen die einzelnen Glieder des Ausdruckes $\mathrm{III_1}$ folgende Zahlenwerthe an:

$$
\begin{aligned}
V_0 &= 4{,}694000 \\
V_0 \,.\, \varkappa\,(t-t_0) &= -0{,}000800 \\
V_0 \,\frac{w-w_0}{2L}\,(\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{cotg} i_0) &= +0{,}030024 \\
V_0 \,\frac{w-w_0}{2L}\,\varkappa\,(t-t_0)\operatorname{tang}\gamma &= -0{,}000000 \\
V_0 \,\frac{k\,(m-m')\operatorname{cotg} i_0\,(w-w_0)}{2L} &= +0{,}000537 \\
V_0 \left(\frac{w-w_0}{2L}\right)^3 (\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{cotg} i_0) &= -0{,}0000091
\end{aligned}
$$

Bei unserer Lloyd'schen Wage ist nun die Verticalintensität, wie wir im Verfolg noch sehen werden, durch Schätzung von 0,1 Scalentheil wenigstens relativ bis zu der ihm entsprechenden absoluten Grösse: $\pm$ 0,000025 mm. mg. s. zu ermitteln. Aus dem Vorstehenden ist also ersichtlich, dass nur zwei Glieder des Ausdruckes III_1 unter allen Umständen als bedeutend kleiner, denn diese Grösse, zu vernachlässigen sind und somit die Formel III_1 und analog auch III_2 auf folgende einfachere zu reduciren sind:

$$V = V_0 \left\{1 + \varkappa\,(t-t_0) + \frac{w-w_0}{2L}\,[\operatorname{tang}\gamma + \operatorname{cotg} i_0 + k\,(m-m')\operatorname{cotg} i_0]\right\} \quad \ldots\,, \quad \mathbf{III'_1}$$

$$V = V_0 \left\{1 + \varkappa\,(t-t_0) + \frac{w-w_0}{2L}\left[\operatorname{tang}\gamma - \frac{n-n'}{2L}\operatorname{cotg} i_0\right]\right\}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad \mathbf{III'_2}$$

Sehen wir hier von den Correctionsgliedern ab, die von der Variation der Horizontalintensität resp. der Declination herstammen und ihrem Betrag nach leicht für sich zu bestimmen sind, da L, k, E und i_0 bekannte Grössen sind, so hat man auch:

$$V = V_0\,[1 + \varkappa(t-t_0) + p\,(w-w_0)], \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathbf{III''}$$

wo die Constante p folgende Bedeutung hat:

$$
\left.
\begin{aligned}
p &= \frac{\operatorname{tang}\gamma + \operatorname{cotg} i_0}{2L} && \text{für } b_0 = 0 \text{ und } a_0 = 0 \\
p &= \frac{\operatorname{tang}\gamma}{2L} && \text{für } b_0 = 0 \text{ und } a_0 = 90^\circ \\
p &= \frac{\operatorname{tang}\gamma + \cos a_0 \operatorname{cotg} i_0}{2L} && \text{für } b_0 = 0 \text{ und beliebige Werthe von } a_0
\end{aligned}
\right\} \ldots\ \mathbf{22}
$$

Die Grössen $\varkappa$, i. e. der sogen. Temperaturcoefficient der Wage oder also die einem Grad Temperaturänderung entsprechende scheinbare Aenderung der Verticalintensität in Bruchtheilen derselben und p, i. e. der sogen. Empfindlichkeitscoefficient der Wage resp. die einem Scalentheil entsprechende Aenderung der Verticalintensität ebenfalls in Bruchtheilen ihres ganzen Werthes sind unbekannt resp. nicht a priori, sondern nur durch Versuche an der fertigen Wage zu bestimmen.

Was zunächst den Temperaturcoefficienten $\varkappa$ betrifft, so ist seine empirische Bestimmung offenbar am einfachsten dadurch zu erzielen, dass man Ablesungen w_1, w_2, etc. an der Wage bei möglichst verschiedenen Temperaturen t_1, t_2, etc. derselben, aber genau gleichen Werthen von V macht oder dann bei Werthen V_1, V_2, etc., welche durch Messungen an einem Hülfsinstrument in ihrem Verhältniss genau bekannt sind. Aus zwei solchen Beobachtungen ergiebt sich z. B.

$$\mathbf{23} \ldots\ldots\ldots\ldots \varkappa = \frac{R - 1 + [R(w_1 - w_0) - (w_2 - w_0)]p}{t_1 - t_0 - R(t_2 - t_0)},$$

wo: $R = \frac{V_1}{V_2}$ gesetzt wurde.

Betreffend den Empfindlichkeitscoefficienten p ist zunächst zu bemerken, dass wir wohl i_0 kennen und auch die reducirte Entfernung L von Spiegel und Scale bestimmen können, obschon hier die Zwischenlagerung des rechtwinklichten Glasprismas der Messung einige Schwierigkeit bereitet. Dagegen ist uns der Winkel γ ganz unbekannt.

Für die empirische Bestimmung der Coefficienten p giebt es zwei Methoden. Die erste[1]) besteht darin die Schwingungsdauern des Magnets einmal in der Wage um seine horizontale Axe und sodann ausserhalb derselben in einer Horizontalebene um eine verticale Axe zu ermitteln. Hiebei soll die verticale Axe mit der frühern horizontalen i. e. der Schärfe der Schneide zusammenfallen und durch die Aufhängung etwa an einem Coconfaden kein erhebliches Gewicht hinzukommen, damit in der That, wie vorausgesetzt, das Trägheitsmoment des Wagebalkens in beiden Fällen in Bezug auf die Drehungsaxe dasselbe sei. Diese Bedingungen sind offenbar kaum genau zu erfüllen, so dass ich diese Methode hier gar nicht weiter untersuchen will, sondern nur die zweite in Betracht ziehe. Diese zweite Methode entspricht ganz der beim Bifilar für denselben Zweck angegebenen und bietet auch hier dieselben Vortheile dar, welche wir schon dort erwähnten. Zu ihrer Ausführung wird die Ablenkungsschiene nach dem Indexring (siehe oben Justirung der Wage) so auf die Wage aufgesetzt, dass sie parallel dem Wagmagnet steht, der Magnethalter auf sie aufgeschoben, in einer bestimmten Entfernung geklemmt und sodann die Ablenkungen des Wagmagnets an der Scale beobachtet, wenn in den Magnethalter der Ablenkungsmagnet vertical einmal mit dem Nordpol nach oben, dann nach unten gewendet eingeschoben wird. Nach Wiederholung derselben Operationen auf der andern Seite des Wagmagnets bei gleicher Entfernung, wird dann die Schiene auf das Unifilarmagnetometer parallel dem Meridian aufgesetzt, der Ablenkungsmagnet in derselben Entfernung und relativer Stellung beider Magnete, also horizontal und senkrecht zur Schiene in den Magnethalter eingeschoben und so auch hier die vier analogen Ablenkungen des Unifilarmagnets beobachtet.

Gehen wir von der horizontalen Lage des Magnets aus, setzen also $b_0 = 0$, nehmen aber der Allgemeinheit halber an, er befinde sich dabei in irgend einem Azimut a_0 zum

1) Siehe Einleitung zum Anhang der Annalen des physikal. Central-Observatoriums pro 1872, S. XXII.

magnetischen Meridian, so besteht bei einem Neigungswinkel η_1 der magnetischen Axe (Nordpol unter dem Horizont), der Temperatur t_1 und einer inzwischen eingetretenen Declinationsänderung ξ_1 die Gleichung:

$$\frac{G\lambda_0}{M_0} \cdot \frac{(1+\varkappa t_1)}{[1+\nu K_1 \cos(i_1-\eta_1)]} \cos(\gamma-\eta_1) = V_1 \cos\eta_1 - H_1 \cos(a_0+\xi_1) \sin\eta_1 \quad \ldots \quad 24$$

und wenn jetzt der Hülfsmagnet in der obenerwähnten Lage um φ_1 den Magnet der Wage ablenkt (Nordpol abwärts, also Ablenkungsmagnet z. B. im Norden mit Südpol nach unten), so ist die Gleichgewichtsbedingung:

$$\left.\begin{aligned}\frac{G\lambda_0}{M_0} \cdot \frac{(1+\varkappa t_1)}{[1+\nu K_1 \cos(i_1-\eta_1-\varphi_1)]} = {} & V_1 \cos(\eta_1+\varphi_1) - H_1 \cos(a_0+\xi_1) \sin(\eta+\varphi_1) + \\ & + M'_0(1-\mu' t_1)\,(1-\nu' V_1)\, f(E) \cos(\eta_1+\varphi_1),\end{aligned}\right\} \quad 24'$$

wo die Intensitätsgrössen K_1 (ganze Intensität), H_1 und V_1 und die Inclination i_1 auf den Moment der Beobachtung sich beziehen, M'_0 das magnetische Moment bei 0° des Ablenkungsmagnets, μ' seinen Temperaturcoefficienten und ν' seinen Inductionscoefficienten, ν denjenigen des Wagmagnets darstellen.

Kehrt man den Ablenkungsmagnet um und bezeichnet die neue Ablenkung des Wagmagnets aus einer, jetzt durch η_2 bestimmten Gleichgewichtslage, nach der entgegengesetzten Seite mit φ_2, so bestehen gleichzeitig die zwei Gleichungen:

$$\frac{G\lambda_0(1+\varkappa t_2)}{M_0(1+\nu K_2 \cos(i_2-\eta_2)} \cos(\gamma-\eta_2) = V_2 \cos\eta_2 - H_2 \cos(a_0+\xi_2) \sin\eta_2 \quad \ldots \quad 25$$

und:

$$\left.\begin{aligned}\frac{G\lambda_0(1+\varkappa t_2)}{M_0[1+\nu K_2 \cos(i_2-\eta_2+\varphi_2)]} \cos(\gamma-\eta_2+\varphi_2) = {} & V_2 \cos(\eta_2-\varphi_2) - H_2 \cos(a_0+\xi_2) \sin(\eta_2-\varphi_2) - \\ & - M'_0(1-\mu' t_2)\,(1+\nu' V_2)\, f(E) \cos(\eta_2-\varphi_2).\end{aligned}\right\} \quad 25'$$

Heissen wir endlich den mittleren, beim Unifilar für dieselbe relative Lage und Entfernung E der beiden Magnete erhaltenen Ablenkungswinkel ψ, so gilt hiefür die Gleichung:

$$M'_0(1-\mu' t) f(E) \cos\psi = H \sin\psi, \quad \ldots \quad 26$$

wo H die mittlere Horizontal-Intensität, t die mittlere Temperatur des Ablenkungsmagnets während dieser Messungen und Δ dieselbe Grösse wie in Gleichung 5 repräsentiren.

Aus diesen 5 Gleichungen erhalten wir schliesslich analog wie S. 30 und 31 folgenden Ausdruck für den gesuchten Empfindlichkeitscoefficienten der Wage:

$$\left.\begin{aligned}p = \frac{tg\,\gamma + \operatorname{cotg} i_0 \cos a'_0}{2L} = {} & \operatorname{cotg} i_0 \frac{N}{2EW}\left\{1 + k(m_1 + m_2 - m_0 - m) - \right. \\ & - p\left(\frac{w_1+w_2}{2} - w_0\right) + 0{,}0000463\,.\,\Delta - \mu'\left(\frac{t_1+t_2}{2} - t\right) - \\ & \left. - \left(\frac{N}{2E}\right)^2 + \left(\frac{W}{2L}\right)^2 + \operatorname{tg}\gamma \cdot \frac{\frac{w_1+w_2}{2} - w_0}{2L}\right\},\end{aligned}\right\} \quad 27$$

wo bereits Glieder 2. Ordnung in Bezug auf die kleinen Winkelgrössen und Factoren v, p, k, etc. weggelassen worden sind und abkürzend gesetzt wurde:

$$28 \quad \begin{cases} \cos a'_0 = \cos a_0 \left[1 + k\left(\frac{m_1+m_2}{2} - m_0\right) - p\left(\frac{w_1+w_2}{2} - w_0\right) - \operatorname{tang} a_0 \frac{1}{2E}\left(\frac{n_1+n_2}{2} - n'\right)\right], \\ \frac{N_a - N_b}{2} - \frac{n_a - n_b}{2} = N \quad \text{und} \quad \frac{W_1 - W_2}{2} - \frac{w_1 - w_2}{2} = W. \end{cases}$$

Dabei bedeuten analog wie früher:

N_a und N_b die dem Ablenkungswinkel ψ nach der einen und andern Seite entsprechenden Ablesungen an der Scale des Unifilarmagnetometers, n_a und n_b die Mittel derjenigen je unmittelbar vor und nach den Ablenkungen, n_1 und n_2 die Ablesungen am gleichen Instrument zur Zeit der Ablenkungsbeobachtungen an der Lloyd'schen Wage, endlich n' diejenige, wo die Magnetaxe eben horizontal und ihr Azimut a_0 war;

m_1 und m_2 sind die Ablesungen am Bifilar zur Zeit der Ablenkungsbeobachtungen an der Lloyd'schen Wage und m das Mittel derer zur Zeit der Ablenkungen am Unifilar;

W_1 und W_2 sind die Ablesungen an der Scale der Wage bei den Ablenkungen nach der einen und andern Seite und w_1 resp. w_2 das Mittel der Scalenstände je unmittelbar vor und nach diesen Ablenkungen.

Aus den Gleichungen 27 und 28 ist zunächst wieder ersichtlich, dass auch hier die Entfernung L von Spiegel und Scale bei der Lloyd'schen Wage nur annähernd bekannt zu sein braucht, da sie nur in den kleinen Correctionsgliedern comparirt.

Der Ausdruck für p sodann wird nach 28 nur dann der unmittelbar gesuchte, d. h. $\cos a'_0 = \cos a_0$, wenn wir die Ablenkungsbeobachtungen zu einer Zeit anstellen, wo das Bifilar und die Lloyd'sche Wage nicht weit von ihren Normalständen m_0 und w_0 und das Unifilar nur wenig von n' abweicht.

Bei unserer Lloyd'schen Wage ist die Empfindlichkeit der Art gewählt, dass:

$$V_0 p = 0{,}00025 \text{ mm., mg., s.}$$

ist, also

$$29 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad p = \frac{0{,}00025}{4{,}694} = 0{,}00005326.$$

Das Glied mit p in der Klammer des Ausdruckes III″ nimmt also für 0,1 Scalentheil den Werth 0,000005326 an und damit die vom Werth von p herstammende Unsicherheit des Resultates für $w - w_0 = 120$ Scalentheile obigen Betrag nicht überschreite, darf also der Fehler ∂p von p nicht grösser sein als:

$$30 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad dp = \pm \frac{0{,}000005326}{120} = \pm 0{,}000000044.$$

Es frägt sich nun, ob die vorstehende Methode gestattet, diese Genauigkeit in der Bestimmung von p zu erreichen. Um dies zu untersuchen, betrachten wir den Ausdruck von p in der einfacheren Form:

$$p = \operatorname{cotg} i_0 \frac{N}{2EW}(1+c), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 31$$

woraus durch Differentiation folgt:

$$\left.\begin{aligned} dp &= \partial N \frac{\operatorname{cotg} i_0}{2EW}(1+c) &&= \frac{\partial N}{N} p \\ dp &= \partial W \frac{N \operatorname{cotg} i_0}{2EW^2}(1+c) &&= \frac{\partial W}{W} p \\ dp &= \partial i_0 \frac{N}{2EW \sin^2 i_0}(1+c) &&= \frac{\partial i_0}{\frac{1}{2}\sin 2 i_0} p \\ dp &= \partial c_1 \frac{N \operatorname{cotg} i_0}{2EW} &&= \frac{\partial c}{1+c} p \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 32$$

Nun ist in unserm Fall:

$$\frac{dp}{p} = \pm 0{,}000833, \qquad \partial N = \partial W = 0{,}1 \text{ Scalentheil},$$
$$i_0 = 70^\circ 42', \qquad c = 0{,}02 \text{ im Maximum},$$

also soll für die Erlangung der erwähnten Genauigkeit im Resultat sein:

$$N = W = 120 \text{ Scalentheile},$$
$$\partial i_0 = \pm 0{,}'89, \qquad \partial c = \pm 0{,}000850.$$

Bei den Bestimmungen des Empfindlichkeitscoefficienten nach dieser Methode betrugen die Ablenkungswinkel in Wirklichkeit 220—230 Scalentheile und die Inclination i_0 konnte jedenfalls keinen grösseren Fehler als 1′ involviren. Wir haben also nur noch zuzusehen, ob die Unsicherheit $\partial c = \pm 0{,}000850$ in der Ermittlung der Correctionsglieder einzuhalten ist resp. inwiefern deren ganzer Betrag unter dieser Grenze bleibt. Damit das letztere der Fall sei, darf, da:

$$\mu' = 0{,}001, \qquad k = 0{,}000156, \qquad \gamma = 0^\circ 56'$$

ist, höchstens sein:

$$\begin{aligned} m_1 + m_2 - m_0 - m &= \pm \ 5{,}4 \text{ Scalentheile} \\ \tfrac{w_1 + w_2}{2} - w_0 &= \pm 16{,}0 \quad » \\ \Delta &= \pm 18{,}4 \text{ Bogenminuten} \\ \tfrac{t_1 + t_2}{2} - t &= \pm \ 0{,}85 \text{ Grade}. \end{aligned}$$

Die letzten beiden Glieder im Ausdruck 27 sind jedenfalls je kleiner als der Werth von ∂c, da $\frac{\text{tg}\,\gamma}{2L}$ viel kleiner als p ist und die Kleinheit der Differenz: $\left(\frac{N}{2E}\right)^2 - \left(\frac{W}{2L}\right)^2$ schon S. 33 nachgewiesen wurde, wenn man bedenkt, dass sehr nahe $2E = 2L = 2D$ ist und N und W hier noch weniger differiren als N und M dort.

Da auch bei den ersteren Gliedern die angegebenen Grenzwerthe nur in Ausnahmefällen dürften überschritten werden, so kann man also im Allgemeinen diese ganze Correction vernachlässigen.

Es bleibt jetzt nur noch zuzusehen, inwiefern auch die Correction von cos a_0 nach 28 vernachlässigt werden darf. Man hat zunächst nach 27:

$$\partial p = \frac{\text{cotg}\, i_0}{2L} \sin a'_0 . \partial a'_0,$$

also für

$a'_0 = 1°$	$\partial a'_0 = 171$ Bogenminuten
$a'_0 = 89°$	$\partial a'_0 = 3$ »

Es darf somit höchstens sein:

$$\begin{aligned} \cos a'_0 - \cos a_0 &= \cos 1° - \cos 3°\,51' = 0{,}002104 \text{ im 1. Fall} \\ &= \cos 89 - \cos 89\ \ 3 = 0{,}000872 \text{ » 2. »} \end{aligned}$$

Nun ist aber auch:

$$\cos a'_0 - \cos a_0 = \cos a_0 k \left(\frac{m_1 + m_2}{2} - m_0\right) - \cos a_0 p \left(\frac{w_1 + w_2}{2} - w_0\right) - \frac{\sin a_0}{2E}\left(\frac{n_1 + n_2}{2} - n'\right),$$

somit dürfen im 1. und 2. Grenzfall höchstens sein:

	1. Fall $a'_0 = 1°$	2. Fall $a'_0 = 89°$
$\frac{m_1 + m_2}{2} - m_0$	= 14 Scalentheile	= 342 Scalentheile,
$\frac{w_1 + w_2}{2} - w_0$	= 40 »	= 939 »
$\frac{n_1 + n_2}{2} - n'$	= 215 »	= 6 »

Es giebt also im Allgemeinen diese Methode ohne Correctionen den wahren gesuchten Werth des Empfindlichkeitscoefficienten p.

Für unsern Fall, d. h. $a_0 = 0$ und $b_0 = 0$, ist der Empfindlichkeitscoefficient nach 22:

$$p = \frac{\text{tang}\,\gamma + \text{cotg}\, i_0}{2L}$$

und da bei unserer Lloyd'schen Wage nahezu p den oben angegebenen Werth 0,00005326 hat, $L = 3437{,}75$ Scalentheile ist und $i_0 = 70°\,42'$ war, so folgt hieraus für γ der oben mitgetheilte Werth: $\gamma = 0°\,56'$.

Die Bestimmungen des Empfindlichkeitscoefficienten an unserer Lloyd'schen Wage im Jahr October 1887—October 1888[1]) hat nun folgende Werthe als Mittel von je 5 Einzelmessungen ergeben:

	p	∂p
October 1887	0,00005235	± 0,00000011
April »	0,00005468	± 0,00000008
Juli »	0,00005308	± 0,00000008
October »	0,00005345	± 0,00000015

Die Unsicherheit der einzelnen Bestimmung war hiernach 2 — 3 Mal grösser als der für 0,1 Scalentheil durch Gleichung 30 geforderte Grenzwerth. Leider sind noch andere grössere Fehlerquellen vorhanden, welche die absoluten aus den Angaben des Variationsapparates abzuleitenden Werthe der Vertikalintensität noch unsicherer machen.

Zur Ableitung absoluter Werthe der Vertikalintensität nach den Formeln III ist nämlich noch die Kenntniss von V_0 i. e. der dem Scalentheil w_0 entsprechenden Vertikalintensität nothwendig. Die einzige Methode zur Bestimmung von V_0 besteht nun darin, dass man jeweilen zur Zeit einer absoluten Inclinationsmessung ausser der Lloyd'schen Wage auch noch das Bifilarmagnetometer gleichzeitig abliest, alsdann aus der beobachteten Inclination und der Horizontalintensität nach dem Bifilar die Vertikalintensität V berechnet und nach Einführung dieser Werthe in Gleichung III jetzt V_0 als Unbekannte aus derselben ableitet.

In dieser Weise sind z. B. in der zweiten Hälfte des Jahres 1888 bei unserer Lloyd'schen Wage aus den wöchentlichen Inclinationsmessungen im Mittel aus je 12 Bestimmungen in 3 Monaten für den mittleren Monat folgende Werthe für V_0 erhalten worden:

	V_0	∂V_0
1888 Juli	4,6967	± 0,0045 mm. mg. s.
August	4,6964	± 0,0041
September	4,6961	± 0,0033
October	4,6936	± 0,0037
November	4,6948	± 0,0024
December	4,6947	± 0,0037

Hiernach ist die Unsicherheit der Normalstände durchschnittlich noch $\partial V = \pm 0{,}0036$, was dem Werth von nahe 15 Scalentheilen entspricht. Hieraus schon folgt, dass dieser Fehler nicht in der Lloyd'schen Wage begründet sein kann und das folgt weiterhin auch aus dem Umstande, dass gemäss unsern Vergleichungen verschiedener Lloyd'scher Wagen die Unsicherheit einer einzelnen Bestimmung der Vertikalintensität aus einer Ablesung der Scale bloss ± 0,0003 beträgt (siehe Anm. 1878, I. Th. Einleitung S. LXXIX). Der Haupttheil des

1) Annalen des physikal. Central-Observatoriums für 1888. Theil I, Einleitung S. XXXII.

obigen Fehlers muss also in der Ableitung von V nach der Formel: $V = H \text{ tang } i$ zu suchen sein. Da nun die Genauigkeit, mit welcher die Horizontalintensität aus den Angaben des hier in Frage stehenden Bifilars herzuleiten ist, ungefähr $\partial H = \pm 0{,}00005$ beträgt, so kann der davon herstammende Fehler im Werth von V gemäss der Formel:

$$\partial V = \text{tang } i \,.\, \partial H$$

für:

$$i = 70° 42'$$

bloss:

$$\partial V = \pm 0{,}00014$$

betragen und es ist somit die Hauptursache der Grösse des obigen Fehlers ∂V in der Bestimmung der absoluten Inclination zu suchen.

Betrachten wir:

$$\partial V = \pm 0{,}0036 \quad \text{und} \quad \partial H = \pm 0{,}00005$$

als die wahrscheinlichen Fehler der Grössen V und H, so berechnet sich der ihnen entsprechende wahrscheinliche Fehler ∂i der Inclination i nach der Formel:

$$\partial i^2 = \frac{\cos^4 i}{H^2} \partial V^2 - \frac{\sin^2 i \cos^2 i}{H^2} \partial H^2,$$

woraus für $i = 70° 42'$ und $H = 1{,}635$ folgt:

$$\partial i = \pm 0'{,}83.$$

So gross ist auch wohl zur Zeit in Folge fortgesetzter Abnutzung der Axen und Lager der Inclinationsnadeln der Fehler einer Bestimmung der absoluten Inclination mit unserm Dover'schen Inclinator. Sollte der von ∂i herstammende Fehler in der Berechnung von V auch nur ungefähr den ∂H entsprechenden Betrag $\partial V = \pm 0{,}00014$ erreichen, so dürfte nach der Formel:

$$\partial V = H \frac{\partial i}{\cos^2 i}$$

der Fehler der Inclinationsmessung nur:

$$\partial i = \pm 0'{,}03$$

betragen. Will man also nicht bloss die Variation, sondern auch den absoluten Werth der Vertikalintensität mit grösserer Genauigkeit aus den Angaben der Lloyd'schen Wage ableiten, so müssen vor Allem die absoluten Inclinationsmessungen auf einen höheren Grad der Vollkommenheit gebracht werden.

II. Apparat zu photographischer Registrirung und gleichzeitiger directer Beobachtung mit Fernrohr und Scale.

Beim Arbeiten mit dem bekannten, sonst vorzüglichen Magnetographen Kew'scher Construction schien es mir, dass sich durch eine andere Anordnung der Theile eine handlichere und beiden Zwecken, d. h. directer Ablesung an einer Scale und photographischer Registrirung des Magnetspiegelstandes besser entsprechende Vorrichtung dürfte erzielen lassen. Als es sich daher darum handelte, für die Registrirung der Luftelectricität und der Erdströme im Observatorium zu Pawlowsk Apparate zu beschaffen, verständigte ich mich mit Herrn Dr. Edelmann in München über die Ausführung meiner Idee und so ist schliesslich aus seiner Werkstätte das Instrument hervorgegangen, welches ich im Nachstehenden beschreiben werde.

Die Basis des Apparates bildet ein Rahmen (Fig. 12), dessen Füsse zur Nivellirung desselben mit 3 Stellschrauben k, i, l versehen sind. Auf der obern Platte P dieses Rahmens ist die Glasscale M durch Winkelstücke an ihren Enden befestigt, die zugleich eine dünne Milchglasplatte hinter ihr festhalten, um das Licht einer auf die Platte P gestellten Beleuchtungslampe resp. einer Zahl kleiner Gasflämmchen von einer Röhre mit feinen Löchern zu diffundiren. In der Mitte der Platte ist sodann ein Gestell NT angeschraubt, welches zunächst das Ablesefernrohr F für die Scale trägt. Dasselbe dreht sich um Schraubenspitzen e als Horizontalaxe, welche zugleich eine geringe Justirung seiner optischen Axe im Azimut gestatten. Die Justirung in der Vertikalebene erfolgt durch die Schrauben c und d, welche von oben und unten in Rinnen am Objectivende des Fernrohrs eingreifen. Durch Drehen des ganzen Rahmens auf seiner Unterlage und Justirung mittelst der Schrauben c, d und e bringt man es leicht dahin, dass die Mitte der Scale in das Fernrohr F reflectirt wird.

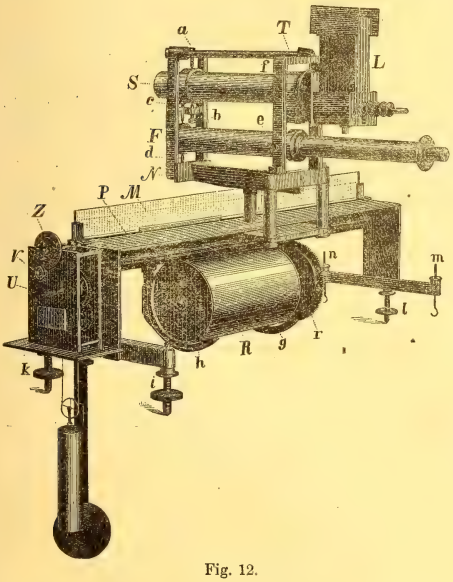


Fig. 12.

Oberhalb des Fernrohrs ist in demselben Gestell und in ähnlicher Weise durch die Schrauben a, b und f justirbar der Collimator S befestigt, welcher bei S eine Linse und am andern Ende eine in ihrer Weite justirbare Spaltöffnung unmittelbar vor der Lampe L besitzt. Die letztere repräsentirt in der Figur eine Gaslampe, welche die schmale Seite ihrer Flamme der Spalte zukehrt; bei dem Apparat in Pawlowsk ist sie in Ermanglung von Gas durch eine Petroleumlampe mit Flachbrenner ersetzt. Vermittelst eines Auszugs wird die Linse bei S soweit von der Spalte entfernt und zugleich die Neigung des Collimators so justirt, dass ein scharfes Bild der Spalte nach Reflexion der Strahlen am Magnetspiegel auf der Oberfläche des Cylinders R unten im Hohlraum des Rahmens P entsteht. Dieser Cylinder wird von zwei halbkreisförmig gebogenen Trägern h und g gehalten, welche an einem längs einer Schiene auf der Scalenseite des Rahmens P verschiebbaren und klemmbaren Schieber befestigt sind. Am letzteren ist ferner gegen den Magnetspiegel hin eine cylindrische convexe Glaslinse von der Länge des Cylinders und parallel zu dessen Axe in solcher Entfernung befestigt, dass sie das linienförmige Strahlenbündel zu einem leuchtenden Punkt auf der Oberfläche des Cylinders vereinigt. Ausserdem trägt der Schieber auch noch die Axe einer an ihrem Umfang gezahnten Scheibe r, welche gegen den Cylinder hin mit einer radialen Rinne versehen ist und deren Zähne in ein Getriebe an der cylindrischen, unmittelbar unter der Rahmenfläche P hinlaufenden Stange (in der Figur etwas undeutlich sichtbar) eingreift. Das Getriebe sitzt lose auf dieser Stange, mit der es durch eine Schraube fest verbunden werden kann. Alsdann setzt die vom Uhrwerk U am einen Rahmenende bewegte Stange das Rad r in solche Bewegung, dass es in 24 Stunden eben eine Umdrehung vollendet.

Der Cylinder R besteht aus zwei Theilen, einem cylindrischen Mantel mit einem Längsschlitz von wenigen Millimetern Breite, einem festen und einem abnehmbaren Boden, deren centrale Löcher als Axenlager für die Axen des innern Cylinders dienen. Die eine dieser Axen gegen das Rad r hin hat einen winkelförmigen Ansatz, aus dem excentrisch ein Stift mit Spitze durch eine Spiralfeder gegen die Radscheibe gedrückt wird und beim Undrehen des Cylinders schliesslich in die erwähnte radiale Rinne einfällt; alsdann nimmt das Rad bei seiner Drehung durch das Uhrwerk den innern Cylinder mit. Auf den innern Cylinder ist das lichtempfindliche Papier (Bromgelatinepapier) gewickelt und wird auf der Oberfläche durch schwarzen, um äquidistante Stifte an den Grundflächen desselben geschlungenen Bindfaden festgehalten. Der Bindfaden geht zwölfmal über die Cylinderfläche parallel zur Axe hin und erzeugt so zugleich auf der, durch den Lichtpunkt verzeichneten Curve zweistündliche Zeitmarken. Um die Cylinderhülle, welche ausser bei der Spalte alles fremde Licht vom innern Cylinder abhält, mit dieser Spalte gegenüber der Cylinderlinse zu fixiren, ist am Schieber noch eine Feder mit Stift befestigt, der bei richtiger Stellung der Spalte in diese einschnappt.

Ein zweiter fixer Spiegel beim magnetischen oder electrischen Apparat giebt, wie üblich, einen zweiten Lichtpunkt auf dem Papier zur Erzeugung einer Abscissenlinie auf

demselben und ebenso ein zweites fixes Bild der Scale im Fernrohr. Damit das letztere nicht mit dem Bild des Magnetspiegels zusammenfalle, sondern etwas darüber oder darunter erscheine, muss der fixe Spiegel eine kleine Neigung gegen den andern haben und es wird daher auch der zweite Lichtpunkt höher oder tiefer als der erste erscheinen; damit er dabei noch durch die Spalte auf das Papier falle, darf er nur wenig im vertikalen Sinne vom erstern abstehen, und es müssen also dem entsprechend auch im Fernrohr die beiden Scalenbilder sich möglichst nahe stehen.

Nach Lösung der Klemme des Schiebers und der das Getriebe auf der Uhrstange klemmenden Schraube lässt sich der Cylinder durch Schieben an jeder beliebigen Stelle längs der ganzen Scale aufstellen, so dass Variationen über ihre ganze Ausdehnung hin registrirt werden können. Die gleichzeitigen Ablesungen der Scale lassen jeweilen die Verschiebungen des Cylinders und damit diejenigen der fixen oder Abscissenlinie ihrer Grösse nach genau bestimmen.

Jedem Apparat sind zwei Cylinder mit Hüllen beigegeben, so dass die Auswechslung eines Cylinders mit vollendeter Registrirung gegen den andern mit frischem Papier rasch erfolgen kann und dadurch keine erhebliche Unterbrechung in der Registrirung erfolgt.

Nachdem der Apparat in seiner Stellung ganz justirt ist, kann durch die Haken *n* und *m* und zwei entsprechende in der Unterlage — Marmorplatte — fest eingelassene Oesen eine Stange durchgeschoben und alsdann durch Anziehen der Haken eine feste Verbindung des Rahmens mit der Unterlage erzielt werden.

Eine den Rahmen gegen den Beobachter hin abschliessende Zinkplatte genügt vollständig zur Abhaltung fremden Lichts von dieser Seite. Auf der Seite gegen das Instrument hin, dessen Spiegelstellung zu registriren ist, sind, im nahezu dunkeln Raum, ein am Schieber befestigter etwa 2 Decimeter vorspringender Blechrahmen und seitlich bis zu ihm reichende Blechwände am Rahmen *P* ebenfalls zur Abhaltung seitlichen Lichts ausreichend; im hellen Raum muss zu dem Ende eine Blech- oder Holzröhre von der Cylinderlinse bis zur Oeffnung vor den Spiegeln des Instrumentes hingeführt werden.

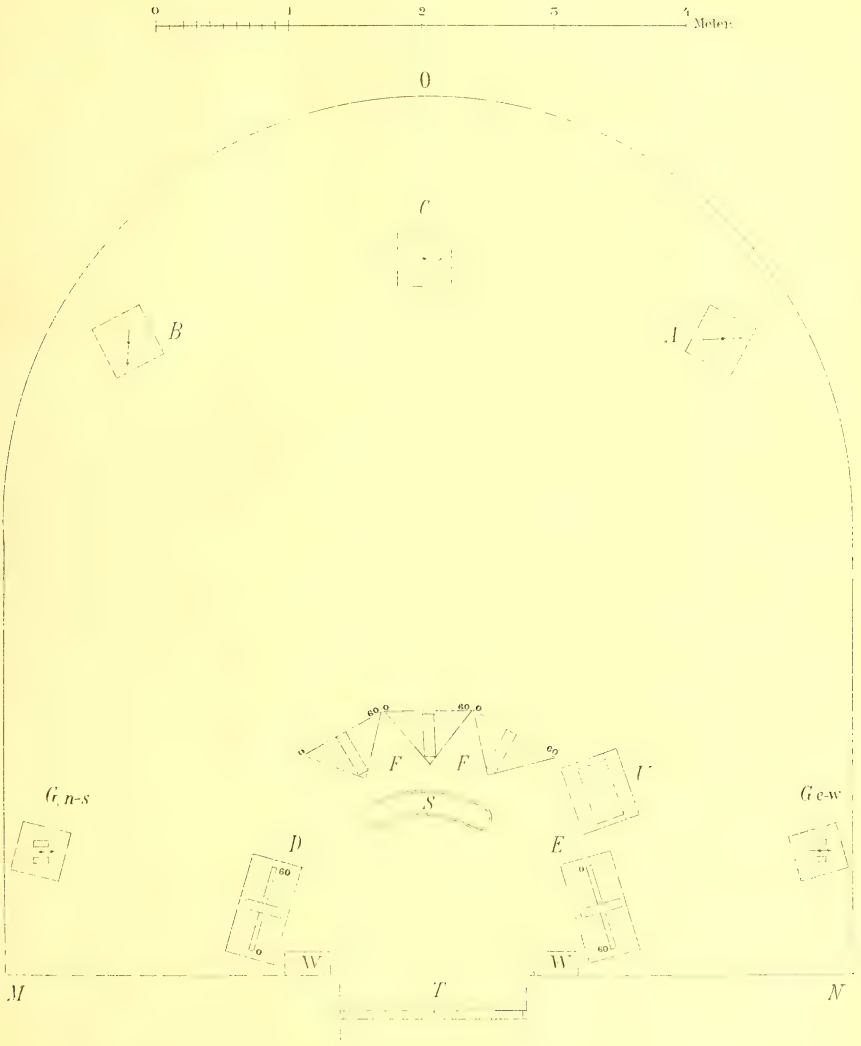
Um die unmittelbare Vergleichung der durch diese Apparate registrirten Curven mit denen des Kew'schen Magnetographen zu ermöglichen, wo gemäss der Festsetzung durch die internationale Polar-Conferenz je eine Zeitstunde einer Abscissenlänge von 15 mm. entspricht, ist bei den neuen Apparaten der Umfang der Cylinder so gewählt woden, dass derselbe $15 . 24 = 360$ mm. beträgt. Zwischen Anfang und Ende der Curve eines Tages bleibt also hier nicht wie beim Kew'schen Apparat ein Zwischenraum, was keine Inconvenienz hätte, wenn es beim Wechsel des Papiers leicht gelänge, den Lichtpunkt genau auf den eingebogenen Rand des Papierblattes einzustellen. Herr Dr. Edelmann wünschte durch diese Einrichtung zu erzielen, dass man ohne Weiteres die Curven mehrerer aufeinanderfolgender Tage nebeneinander auf dem Papier registriren könne, ohne eine andere Veränderung als eine blosse Längsverschiebung des Cylinders durch seinen Schlitten vorzunehmen. Sowohl bei den Erdströmen als der Luftelectricität, für deren Registrirung die obigen Apparate

zunächst bei uns verwendet worden sind, ist indessen der Grösse der Variationen halber eine Aufzeichnung für mehrere Tage auf demselben Blatt nicht möglich, so dass die Unbequemlichkeit, meistentheils je das Ende oder den Anfang des Tages an zwei verschiedenen Enden des Papiers registrirt zu sehen, uns den Mangel einer Lücke zwischen Anfang und Ende resp. also einer Umdrehung des Cylinders etwa in 25 statt in 24 Stunden empfinden liess. Ich erwähne dies hier ausdrücklich, weil es leicht ist, je nach Wunsch und Bedürfniss das eine oder andere System bei Construction des Apparats zu realisiren.

Die Uhrcontrole geschieht bei unsern Apparaten dadurch, dass je zur Zeit der drei directen Beobachtungen um 8^h a., 2^h und 10^h p. der Beobachter 5 Minuten lang von der vollen Stunde aus das Licht der Lampen abblendet.

Mit der neuen Befestigungsweise der Papiere auf den Cylindern durch Faden haben wir uns rasch befreundet. Gummischleifen an den beiden Enden des letzteren erleichtern die Fixirung.

Tafel 1.



Lith. A. Jacobsen Stb.

AS262
.S72

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 5.

WISSENSCHAFTLICHE RESULTATE

DER

VON DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZUR ERFORSCHUNG

DES JANALANDES UND DER NEUSIBIRISCHEN INSELN

IN DEN JAHREN 1885 UND 1886 AUSGESANDTEN EXPEDITION.

ABTHEILUNG II:

TERTIÄRE PFLANZEN DER INSEL NEUSIBIRIEN

VON

J. Schmalhausen.

Mit 2 Tafeln.

MIT EINER EINLEITUNG

VON

Baron E. v. Toll.

(*Lu le 7 novembre 1889.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 80 Kop. = 2 Mark.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 5.

WISSENSCHAFTLICHE RESULTATE

DER

VON DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZUR ERFORSCHUNG

DES JANALANDES UND DER NEUSIBIRISCHEN INSELN

IN DEN JAHREN 1885 UND 1886 AUSGESANDTEN EXPEDITION.

ABTHEILUNG II:

TERTIÄRE PFLANZEN DER INSEL NEUSIBIRIEN

VON

J. Schmalhausen.

Mit 2 Tafeln.

MIT EINER EINLEITUNG

VON

Baron E. v. Toll.

(*Lu le 7 novembre 1889.*)

№ 2095-78
AUG. 2 1890

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 80 Kop. = 2 Mark.

Imprimé par ordre de l'Academie Impériale des sciences.

Janvier 1890. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Berichtigungen:

Auf Seite 1, Zeile 10 ist vor — zur Verfügung — ein , zu setzen.

Auf Seite 4, Zeile 16 und auf Seite 5, Zeile 14 ist statt *Pinus* (*Larix*) *polaris*: *Pinus* (*Larix*) *arctica* zu lesen.

EINLEITUNG.

Geologische Bemerkungen zu den „Holzbergen“ der Insel Neusibirien

von

Baron E. von Toll.

Die von den Elfenbeinsammlern der Neusibirischen Inseln eingeführte Bezeichnung «Holzberge» für die höchste Erhebung der Südküste der Insel Neusibirien, unter 75° n. Br., ist seit einem halben Jahrhundert in der geographischen Literatur eingebürgert. Die lohnende Aufgabe, diesen in geologischer Beziehung so viel versprechenden Punkt zu untersuchen, war mir im Jahre 1886 zugefallen[1]), allein bei höchst beschränkter Zeit, da meine Hauptarbeit der Untersuchung der Insel Kotelny galt und ich von dieser aus die Seitentour nach der sechs Längengrade entfernten Insel Neusibirien noch vor Eintritt des Sommers auszuführen hatte. Ich musste mich beeilen noch vor dem Aufgehen der Eisdecke mit den Hundeschlitten zur Insel Kotelny zurückzukehren und hatte für meine Fahrt nur 22 Tage, vom 19. Mai bis zum 11. Juni n. St. zur Verfügung. Die von mir von den «Holzbergen» mitgebrachte kleine Sammlung tertiärer Pflanzen bildet das Material zu der vorliegenden Arbeit Herrn Professor J. Schmalhausen's in Kiew. Das grosse Interesse, das sich an diesen Gegenstand knüpft, erfordert einige geologische Bemerkungen, die ich im Folgenden der von Herrn Prof. Schmalhausen gegebenen Beschreibung der Pflanzen vorausschicke. Bevor ich aber dazu schreite, will ich kurz der Geschichte der von Geographen und Geologen vielgenannten «Holzberge» gedenken, um dann nach Wiedergabe meiner am Orte angestellten geologischen Beobachtungen, mit Benutzung der von Prof. Schmalhausen gewonnenen Resultate, einige Folgerungen zu besprechen, soweit sich diese aus dem wenig umfangreichen Material mit Sicherheit von selbst ergeben.

Die erste Beschreibung der «Holzberge» giebt Hedenström, der sie im Jahre 1809 besuchte, nachdem sie wenige Jahre früher (1805 oder 1806) von Sannikow entdeckt worden waren. Ich gebe hier diese Beschreibung Hedenström's aus seinen «Otrywki o Sibiri»[2]) in der Uebersetzung wörtlich wieder: «Am Südufer dieser Insel (Neusibirien) steht steilabfallend

1) Vgl. Einleitung zur I. Abtheilung der «Wissenschaftlichen Resultate etc.» Mém. de l'Acad. Imp. des Scienc. VII. S., T. XXXVII, № 3, 1889.

2) Отрывки о Сибири М. Геденштрома, Санктпетербургъ 1830, стр. 128.

ein Berg, der aus horizontalen, mächtigen Schichten von Sandstein und Balken von glänzendem bituminösem Holze (lignum bituminosum) besteht, welche sich gegenseitig bis zur Höhe hinauf überlagern. Beim Besteigen des Berges finden sich überall zu Stein erhärtete Kohlen, dem Anscheine nach von Fichtenholz, welche stellenweise scheinbar von einer dünnen Aschenhaut bedeckt sind. Dieser Anblick ist so trügerisch, dass man das erste Mal versucht ist, die anhaftende Asche fortzublasen, allein sie weicht kaum dem Messer. Auf der Höhe ist eine neue Wunderbarkeit. Am äussersten Kamme des Berges ragen aus dem Stein in einer Reihe die Enden der Stämme von bituminösem Holz hervor, sie sind zersplittert, haben eine Höhe von einem Viertel (Arschin) und mehr, und sind fest zusammengefügt. Hier sind die Balken in senkrechter Lage, aber am Abhange desselben Berges in horizontaler! Diese Erscheinungen sind so unerforschlich, dass, wie es scheint, hier Vernunftschlüsse keiner Art Anwendung finden könnten».

Der einzige gebildete Europäer, der nach Hedenström an den «Holzbergen» gewesen ist, war Lieutenant Anjou und zwar bekanntlich im Jahre 1822. In der von Sokolow herausgegebenen[1]) «Beschreibung der Küsten des Eismeeres zwischen den Flüssen Olenek und Indigirka und der nördlichen Inseln von Lieutenant Anjou» findet sich folgende Notiz (p. 165): «Aber am merkwürdigsten von allem sind die Holzberge, die sich längs dem Südufer drei Meilen weit ausdehnen, im 145. Längengrade. Das sind Erdhügel, die sich steil über dem Meere erheben, an einzelnen Stellen von Flüssen zerrissen sind; in ihnen liegen horizontale Schichten von Kies und Sandstein, und in allen Richtungen Haufen von bituminösen Hölzern in einer Dicke von 2 bis 6 Werschok, diese Hölzer sind ««brüchig, halbhart, von schwarzer, schwachglänzender Farbe, brennen schwer auf Kohlen und geben einen bituminösen Geruch»». Die Höhe dieser Berge ist von 15 bis 50 Sashen».

Dieselbe Angabe, zusammen mit der Hedenström'schen, ist von Ferdinand v. Wrangel[2]) in seiner «Reise längs der Nordküste Sibiriens» schon zehn Jahre früher, nach den Tagebüchern Anjou's und Hedenström's veröffentlicht. Sie fand von hier aus ihren Weg in die gesammte Literatur und zwar durchweg unter der Auffassung, dass es sich hierbei um eine mächtige Anhäufung von Treibhölzern handele. Ganz besonders war es Middendorff[3]), der auf die «Holzberge» aufmerksam machte und sie für «Noahhölzer» erklärte, die gleichzeitig mit den Mammuthen die grossen sibirischen Ströme hinab bis zu den Inseln geschwemmt seien, wozu er durch die im Taimyrlande gemachten Beobachtungen verleitet werden konnte. Es ergab sich daraus, entsprechend den Verhältnissen im Taimyrlande, die Folgerung, dass sich die sibirische Eismeerküste in zunehmender Hebung über dem Meeresspiegel befände. Wie es sich aber bei der von mir vorgenommenen Untersuchung gezeigt hat, haben wir in

1) Записки Гидрографическаго Департамента Морскаго Министерства, Часть VII, Санктпетербургъ 1849.

2) Reise des Kaiserlich russischen Flotten-Lieutenants Ferdinand v. Wrangel längs der Nordküste von Sibirien und auf dem Eismeere etc. Berlin 1839.

3) «Bericht über die Expedition in das nordöstliche Sibirien etc.» in d. Bull. Physico-Mathem. de l'Acad. Imp. d. Scienc. Tome III, 1845, p. 160—164 und Sibirische Reise, Bd. IV, Th. I, p. 254, 263.

den «Holzbergen» ein typisches Braunkohlenprofil der Tertiärzeit vor uns und ist natürlich damit eine der Hauptstützen für die erwähnten Anschauungen gefallen. Es kann aber keineswegs auffallen, dass die früheren Deutungen, die sich theils auf unklare, naive Schilderungen, theils auf Beobachtungen der im Taimyrlande viel complicirteren Verhältnisse stützten, auf Irrwege geriethen, besonders da die Frage von der Entstehung der fossilen Treibhölzer im Norden Sibiriens keineswegs zu den leicht löslichen gehört, ja heute noch ein Autor wie Suess[1]) dieselbe als unaufgeklärt betrachtet. Jedenfalls werden die geologischen Verhältnisse, die in Bezug auf die Quartärbildungen des Hochnordens auf den Neusibirischen Inseln mit besonderer Klarheit aufgeschlossen sind, auf die bisher noch dunkeln Fragen Licht hinreichend zu liefern im Stande sein. Middendorff bleibt unstreitig das Verdienst, wie so oft, so auch in diesem Falle auf ein wichtiges, bis dahin noch ungelesenes Blatt unserer Erdgeschichte aufmerksam gemacht und zu dessen Deutung angeregt zu haben.

Aus dem einförmigen Grau der niedrigen, weit ausgedehnten Quartärlager erheben sich die «Holzberge» steil an der Südküste der Insel Neusibirien, zwischen zwei Flüsschen, an deren Mündungen je eine verfallene Winterhütte früherer Mammuthbeinsucher steht. Sie beginnen etwa mit der 35sten Werst von der Westspitze der Insel, dem Cap Roshin (Muchaplew stan) und dehnen sich wohl 5 Werst lang nach Osten aus. Es ist das ein schmaler Gebirgszug, der in einem Streichen von SSE zu NNW von hier durch die Insel hindurchzieht um am Nordcap, Cap Wyssoki, und zwar mit senkrechter Stellung seiner Schichten das Meer zu erreichen, das ihn hier und dort unterspült, oder jetzt wohl in den meisten Fällen nur mächtige Eisschollen an den Steilwänden emporschiebt. Dem vom Einerlei der endlosen Eislandschaft ermüdeten Auge bieten die wechselvollen Farben des blossgelegten Steilufers ersehnte Erholung: zwischen hellrosafarbenen Sanden lagern dunkle Braunkohlenflötze, es folgen darüber hellgelbe Sande, wieder die braunen bis schwarzen Flötze, hellgraue Sande u. s. w. Aber auch die Formen sind anmuthige und mannigfaltige: mächtig hat die Erosion in die nach verschiedenen Seiten geneigten Schichtenreihen eingegriffen, hier ein kleines Isoklinalthal vertieft, dort einen Schichtenkopf durchschnitten und dadurch ein Thor zu der zunächst dahinterliegenden schwarz gestreiften Felswand gebrochen; hier überragen die Steilwand zinkenartig gekrönte Hügel aus demselben Gestein, das die darunter liegende Felswand bildet, oder hier werden die bunten Tertiärschichten von den spitzen Kegeln der verwaschenen grünlichgrauen Quartärschichten überlagert.

Wir haben eine Reihe von Falten vor uns, aus denen wir für die Schichtenfolge einen Flügel als Typus für alle näher betrachten. Es lagern in ihm die Schichten von unten nach oben folgendermaassen:

1) Antlitz der Erde. II. Band, p. 615.

1) hellrosa, lockere geschichtete Sande;
2) ein Braunkohlenflötz, das seiner Consistenz nach als Blätterkohle bezeichnet werden kann;
3) derselbe hellrosa Sand wie unten;
4) eine Braunkohlenschicht (Blätterkohle);
5) eine dünne gelbe Mergelschicht;
6) grau-blaue brüchige Thone, erfüllt von *Sequoia Langsdorfii* Brong.;
7) hellgelber Sand;
8) ockergelber Mergel;
9) gelb-grauer Thon mit *Sequoia Langsdorfii;* das Gestein wird durch die Menge der zusammenliegenden verkohlten Pflanzenreste stellenweise fast zur Braunkohle; in ihr sind nicht selten Brocken von Retinit eingesprengt. Fruchtzapfen von *S. Langsdorfii* sind häufig, auch Samen hat Prof. Schmalhausen nachgewiesen;
10) hellgrauer geschichteter Sand;
11) eine dünne Kohlenschicht (Papierkohle);
12) derselbe hellgraue Sand; in ihm liegen horizontal Stämme von *Pinus* (*Larix*) *polaris* Schmalhausen und *Cupressinoxylon Neo-Sibiricum* Schmalhausen. Da die Schichten der einzelnen Falten in verschiedenem Grade geneigt sind, so erscheinen je nach der Stärke der Neigung die aus dem lockeren Sande herausgewitterten Stämme bald liegend, bald anscheinend stehend;
13) gelbgrauer feinkörniger Sandstein, stellenweise in Quarzit übergehend, mit Blattabdrücken von *Populus arctica*, *P. Richardsoni*, *Sequoia Langsdorfii* etc. Fallen der Schichten NE, Streichen N 30 W zu S 210 E.

Schematische Darstellung eines Profiles der «Holzberge».

Die Falten dieses Gebirges erreichen, etwa $^1/_4$ Werst landeinwärts, ihre grösste Höhe von 79,5 Meter. In einer Höhe von 24 Metern aber an der Küste werden die geneigten Tertiärschichten von einer horizontalen Geröllbank 14) discordant überlagert. Das Geröll besteht aus krystallinischen Gesteinen. Ueber dieser Schicht erheben sich die quartären, sandig-lehmigen gefrorenen Ablagerungen, aus denen die Knochen fossiler Säugethiere herausgeschwemmt werden, in ihren typisch kegelförmigen Auswaschungsformen, den sogenannten «Baidsharach's» 15). Auf einem derselben am Ostende der Holzberge lagen ausgewaschen ein Unterkiefer und eine Zahnreihe eines *Ovibos moschatus*[1]). Die in den genannten Schichten 6), 9), 12) und 13) gefundenen Pflanzenreste gehören nach Prof. Schmalhausen zu folgenden Arten: 1. *Aspidium Meyeri* Heer, 2. *Sequoia Langsdorfii* Brong., 3. *Taxodium distichum miocenum* Hr.?, 4. *Glyptostrobus Ungeri* Hr.?, 5. *Taxites tenuifolius* n. sp., 6. *Dammara Tolli* n. sp., 7. *Pinus* sp., 8. *Populus Richardsoni* Hr., 9. *Populus arctica* Hr., 10. *Nyssidium spicatum* n. sp., 11. *Nyssidium geminatum* n. sp., 12. *Diospyros* sp., 13. *Carpalithes* sp., 14. *Pinus* (*Larix*) *polaris* n. sp., 15. *Cupressinoxylon* (*Glyptostrobus?*) *Neo-Sibiricum* n. sp.

Ich überlasse es natürlich den Phytopaläontologen zu entscheiden, welchem Abschnitt der Tertiärzeit sie diese Florula zurechnen können, ich bin aber in meiner Ansicht «in den «Holzbergen» Neusibiriens ein neues Glied aus der Kette der bisher bekannten miocänen Floren der Polarländer, wie Spitzbergen, Grönland, Grinnelland etc., zu verzeichnen»[2]) in soweit bestätigt worden, als von Herrn Prof. Schmalhausen die wahrscheinliche Identität mit jenen Floren nicht in Abrede gestellt wird, obgleich er eine genaue Altersbestimmung dieser Florula auf Grund des wenig ergiebigen Materiales nicht zu geben wagt. Deshalb werde auch ich mich eines Vergleiches der neusibirischen Pflanzen mit denen der übrigen Polarländer enthalten und will nur auf die wahrscheinliche allernächste Ausbreitung, den Zusammenhang der neusibirischen Ablagerungen mit denen des sibirischen Festlandes hinweisen.

Der nächste Punkt, von dem wissenschaftlich gesammelte Belege für die Hinzurechnung zum Tertiär erbracht sind, ist der durch Czekanowski bekannt gewordene, an der Lena unter $65^1/_2°$ n. Br. gelegene Tschirimyifels. Dort erheben sich bis 250 Fuss hoch Sandsteine mit untergeordneten, dünnen, sich auskeilenden Lagern von Glanzkohle, welche von gelblich-weissen Thonen begleitet werden. Die aus diesen Schichten gewonnenen 9 Pflanzenarten führten Oswald Heer[3]) zu dem Schlusse, dass das Vorkommen der Dicotyledonen, nämlich *Populus arctica* Hr.?, *Paliurus Colombi* Hr. und *Phyllites* sp. den Beweis lieferten, dass die Ablagerungen nicht älter seien als die Kreide, und *Taxodium distichum miocenum* Hr. und *Tax. Tinajorum* Hr. berechtigten ihn zur Annahme der Zugehörigkeit zum Miocän. Besonderes Gewicht legte O. Heer ferner auf das Vorkommen eines bernstein-

1) Herrn J. Tscherski, dessen Arbeit über die posttertiären Säugethierreste der Neusibirischen Inseln demnächst im Drucke erscheinen wird, verdanke ich diese Bestimmung.

2) Beiträge z. Kenntn. d. Russ. Reiches etc. III. Folge, Band III, p. 318.

3) Beiträge z. foss. Flora Sib. u. d. Amurl., Mém. de l'Acad. Imp. d. Sc. VII. Sér. T. XXV, № 6, 1878, p. 30—36.

artigen Harzes in denselben Schichten, «da auch im Samland Bernstein in denselben Letten mit dem *Taxodium* vorkommt und in Grönland in Atanekerdluk Bernstein, oder doch ein dem Bernstein sehr nahe verwandtes Harz bei Zweigen der Sumpfcypresse liegt»[1]).

Es ist wohl höchst wahrscheinlich, dass dieser Bernstein vom Tschirimyifels Retinit ist, ebenso wie der in den Holzbergen gefundene. Ueber das Vorkommen von Bernstein aus verschiedenen Gegenden Sibiriens besitzen wir aber schon aus älterer Zeit eine Reihe von Angaben, welche Middendorff im Capitel über Geognosie des IV. Bandes seines Reisewerkes zusammengestellt[2]) hat. Zu den interessantesten gehört die von Hedenström und Figurin gebrachte Beschreibung der Ufer des Sees Tastach. Figurin (Arzt der Anjou'schen Expedition) sagt darüber[3]): «Der Tastach (der Steinige [See]) befindet sich etwa auf der 30sten Werst von der Chroma zur Indigirka, nicht weit von dem Wege; ist von hohen Abhängen umgeben, die aus Sandstein bestehen, welcher von Lehm und Steinen untermischt ist, aus welchen (Abhängen) jeden Sommer erhärtete bituminöse Kohle herausfällt, welche älterer Entstehung ist, nach ihrer Härte und ihrer Zusammensetzung die Mitte zwischen Steinkohle und gewöhnlicher Holzkohle einnehmen kann. Ausserdem findet sich dort in geringer Menge Bernstein —».

Nach dem eben Angeführten scheint es mir eine durchaus erlaubte Voraussetzung, in den Schichten am Tastach unter dem 71° n. Br. die südliche Fortsetzung des tertiären Gebirges der Insel Neusibirien zu erblicken und ebenso die Ablagerungen des Tschirimyifelsens zu einem und demselben tertiären polaren Festlande zu rechnen, für dessen weite Verbreitung auch im Westen des sibirischen Festlandes wir auch einige Andeutungen besitzen. So berichtet Laptew schon vor 150 Jahren von versteinerten Hölzern an der Anabara: «An diesem Flusse Anabara, oberhalb der Mündung des Olem, findet sich am Ufer eine ziemliche Menge von grossem Holze, das sich in richtigen Stein verwandelt hat vom Wasser und mächtigen Lüften (!?) (отъ воздуховъ большихъ)»[4]). Ferner sagt Laptew bei der Beschreibung der Chatanga: «An diesem Flusse findet sich viel Bernstein: er hat die Farbe und den Geruch von echtem Bernstein, ist aber nur bröckelig»[5]). Von der Chatanga hat auch Middendorff selbst Stücke von Bernstein erhalten. Ihm verdanken wir die genaue Angabe eines Fundortes, an dem die Jakuten den Bernstein graben, es ist ein Uferabsturz der Cheta, unfern der Winterhütte Sokolowo. Endlich sind die von Middendorff an der Boganida und am Taimyrfluss entdeckten Kohlenflötze, die mit den von Goeppert beschriebenen *Pinites Middendorffianus* und *P. Baerianus* in Zusammenhang stehen, zum Tertiär zu rechnen. Die dortigen Lagerungsverhältnisse: mächtige, geschichtete Sande und Schichten von Süsswasserquarz über den Kohlen führenden Schichten, erinnern an die Verhältnisse auf Neusibirien und am Tschirimyi-Fels.

1) l. c., p. 31.
2) Sibirische Reise, l. c., p. 256—257.
3) Сибирскій Вѣстникъ, 1823, ч. IV, стр. 196.
4) Записки Гидрографическаго Департамента, т. IX, 1851, стр. 39.
5) ebendort, p. 39.

Die Tertiärschichten des Taimyrlandes sind, wie aus den Beobachtungen Middendorff's hervorgeht, durch das posttertiäre Meer stark denudirt worden, dessen Ablagerungen bekanntlich durch Middendorff im Taimyrlande und durch Schmidt und Lopatin[1]) im Gebiet des unteren Jenissei nachgewiesen wurden. Im Osten Sibiriens sind dieselben Schichten bisher noch nicht aufgefunden worden, wohl aber sind sie wieder auf der Insel Neusibirien mächtig entwickelt, wo sie die tertiären Bildungen am Nordcap überlagern. Wie oben beschrieben wurde, sind die Tertiärlager der Holzberge von einer Geröllschicht in einer Höhe von 24 m. discordant überlagert. Obgleich sich in dieser Schicht keine Meeresmuscheln fanden, so scheint mir für diese keine andere Deutung wahrscheinlicher, als sie als Strandgeröll zu betrachten. Es spricht eine ganze Reihe von Thatsachen dafür, dass wir zur Zeit der Mammuthe uns wieder ein weit nach Norden reichendes zusammenhängendes, wenn auch von tief einschneidenden Buchten zerrissenes, Festland vorzustellen haben. So wird ja auch das Profil der Holzberge nach oben hin von den Süsswasserschichten bedeckt, welche die grossen Säugethierreste enthalten, Schichten, die unzweifelhaft mit denen der gegenüberliegenden Küste, östlich vom Swätoi-Noss oder an der Lenamündung identisch sind. In diesen Schichten liegen die Noahhölzer, theils Treibhölzer, theils Reste der örtlichen Vegetation, eingebettet. Eine eingehende Besprechung dieser Verhältnisse wird in der nächsten Abtheilung der «Wissenschaftlichen Resultate» gegeben werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass die Trennung der Inseln vom Festlande in jüngster Zeit, nach der Ablagerung jener Mammuth führenden Schichten stattfand. Aus dem Gesagten geht somit hervor, dass wir an den «Holzbergen» eine dreifache Veränderung des Meeresniveaus kennen lernen: eine positive Bewegung des Meeres in der älteren Postpliocänzeit, eine negative kurz vor der Zeit der Ablagerung der Mammuthschichten und wieder eine positive bis zur Jetztzeit. Wie diese Perioden sich zu einer Eiszeit jener Gegend und zur Eiszeit Europa's verhalten konnten, soll gleichfalls Gegenstand der bezeichneten Abhandlung sein. An dieser Stelle aber erlaube ich mir noch zum Schluss mit wenigen Worten die von Neumayr und Nathorst versuchte Beantwortung einer Frage zu berühren, die sich bei Betrachtung der Schichten mit Blattabdrücken von *Populus*, *Sequoia* etc. in einer Gegend wie das heutige Neusibirien von selbst aufdrängt — wie war es möglich, dass eine Vegetation, wie die hier vorgefundene, bei der heutigen Stellung der Erdaxe zur Sonne, jemals gedeihen konnte?

Zur Lösung dieses Räthsels auf geologischem Wege hat Neumayr[2]) den ersten Schritt zu thun versucht, indem er sich auf Sciaparelli's Erklärung stützte, dass gegen die Annahme einer veränderten Stellung der Erdaxe vom Standpunkt der Astronomie aus kein Einspruch zu erheben sei, wenn die Geologie dafür sprechende Thatsachen erbrächte. Nun erblickt Neumayr in den bisher bekannten fossilen Floren der Tertiärzeit eine abnorme Gruppirung um den Pol und versucht durch Verschiebung des Nordpoles um 10°, im Meridian von Ferro gegen das nordöstliche Asien, eine Erklärung für «ein verhältnissmässig ent-

1) Fr. Schmidt, Resultate der Mammuthreise, Mém. d. l'Acad. Imp. d. Scienc. VII. S., T. XVIII, 1872.

2) Erdgeschichte, Band II, p. 511—514.

schieden nordischeres Gepräge der Floren von Alaska, Sachalin etc. als derjenigen von Spitzbergen und Grönland» zu finden.

Nathorst[1]), den seine umfassenden Studien, besonders der Flora Japan's, schon früher zu einer derartigen Vermuthung gebracht haben, führt diese Theorie noch weiter aus. Davon ausgehend, dass in der vorpliocänen Tertiärzeit in Japan das relativ kälteste, in Grönland das relativ wärmste Klima geherrscht habe, hält er es für richtiger, den Pol um weitere 10°, im japanisch-grönländischen Meridian nach Nordasien hin, zu verschieben, so, «dass der tertiäre vorpliocäne Pol seine Lage im nördlichen Asien etwa unter dem jetzigen 70° n. Br. und 120° ö. L. von Greenwich gehabt hat. Wir würden dann einer fossilen Flora, die als tertiäre angesprochen worden ist, schon ungefähr unter 85° an der Lena begegnen. Dieselbe enthält ein winziges *Asplenium*, eine neue Art Ginkgo, *Taxodium distichum*, *Taxodium Tinajorum*, eine neue Species mit auffallend kleinen Blättern, welche Heer *Taxodium gracile* genannt hat, eine neue *Sequoia* mit ebenfalls sehr zarten Zweigen und Blättern, einige Dikotylenreste, unter welchen Heer das Vorkommen von *Populus arctica* und eines kleinen Blattes von *Paliurus* als möglich betrachtet. Wenn diese Flora in der That miocän ist (was indess nicht sicher ist), so könnte die Kleinheit der Blätter vielleicht durch die Nähe des angenommenen Poles erklärt werden»[2]).

Ueber die Flora der Neusibirischen Inseln haben wir jetzt durch Schmalhausen Aufschluss erhalten. Sie würde uns unter dem 80° n. Br. begegnen. Die Frage, ob die vorliegenden Pflanzen am Orte gewachsen oder angeschwemmt seien, ist Schmalhausen in ersterem Sinne zu beantworten geneigt, wie ich aus einer gütigen brieflichen Mittheilung entnehme, in welcher er besonders auf das grosse abgebildete Blatt von *Populus arctica* aufmerksam macht, was gegen die letztere Auffassung spräche.

Mich selbstverständlich dieser Ansicht anschliessend, erlaube ich mir noch darauf hinzuweisen, dass *Sequoia Langsdorfii*-Blätter ganze Schichten bilden, dass Fruchtzapfen zwischen diesen häufig sind, und Prof. Schmalhausen auch die Samen dieses Baumes neben den Blüthenständen von *Taxodium distichum*, den Früchten zweier *Nyssidium*-Arten und der Frucht von *Diospyros* erwähnt hat. Zweifellos haben wir für die Neusibirischen Inseln zu der Zeit der Ablagerung jener Schichten ein gemässigtes Klima zu verzeichnen, das Wälder von *Sequoien*, Pappeln, aber auch von mehreren *Pinus*-Arten gedeihen liess, was uns vor dasselbe Räthsel stellt, gleichviel ob wir den 75° n. Br. oder den 80° n. Br. für Neusibirien annehmen. Andererseits scheint mir der Gedanke sehr nahe zu liegen, dass die Kleinheit der Blätter der Tschirimyi-Flora vielleicht nur dem Zufall beim Sammeln an dem schlechten Fundorte zuzuschreiben sei, jedenfalls aber müsste sich die Nähe des Poles auch in der neusibirischen Flora geltend machen, was aber bei der schönen Ausbildung der *Populus*-Blätter, bei der Fruchtreife der genannten Pflanzen unerklärlich bleibt.

1) Zur fossilen Flora Japan's. Paläont. Abhandl. v. Dames-Kayser IV. Bd., Heft 3, 1888.
2) ebendort, p. 53.

Sollte aber nicht das Vorhandensein von fünf *Pinus*-Arten im Tertiär des Grinnel-Landes[1]), von 12 wohl unterscheidbaren *Pinus*-Arten auf Spitzbergen[2]) und unter diesen 3 Rothtannen; von zweien, darunter *Larix* (*Pinus* [*Larix*] *arctica* Schmalhausen) auf Neusibirien — ein nordischeres Gepräge verrathen, das diesen circumpolaren Floren im Gegensatz zu den südlicheren eigen war? Endlich ist noch gegen die Neumayr-Nathorst'sche Theorie einzuwenden, dass auf Sachalin, welche Insel nach der angenommenen Verschiebung unter den 67° n. Br., also noch innerhalb des Polarkreises käme, von Heer unter anderen südlichen Typen auch eine «immergrüne *Prunus*-Art»[3]) nachgewiesen ist, während auf Grinnel-Land, das dann unter 62° n. Br., also fünf Grad südlicher läge, nicht nur kein immergrüner Baum nachgewiesen ist, sondern vielmehr ein so typisch nordischer wie *Pinus Abies*. Mir scheint daher die Gruppirung um den Pol bei der unveränderten Lage desselben weniger abnorm zu sein, als bei der von Neumayr und Nathorst vorgeschlagenen.

Es ist natürlich zu bedauern, dass wir bisher auf geologischem Wege nicht zu befriedigenden Erklärungen unseres Räthsels gelangen konnten und es mussten diese ersten Versuche durchaus mit Freude begrüsst werden, aber dennoch zwingt es uns, einzugestehen, dass wir der Wahrheit — auf dem Wege einer Verschiebung des Poles — noch um keinen Schritt näher gerückt sind.

1) O. Heer, Flora fossilis arctica, V. Band, p. 18.

2) O. Heer, Miocene Flora und Fauna von Spitzbergen, Kongl. Svensk. Vetens. Acad. Handl. B. 8, № 7, 1870, p. 10.

3) O. Heer, Miocene Flora d. Insel Sachalin, p. 11.

Beschreibung

der tertiären Pflanzen von Neu-Sibirien

von

J. Schmalhausen.

Auf der von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg ausgerüsteten Expedition A. Bunge's und Baron E. v. Toll's zur Erforschung der Neusibirischen Inseln hatte Letzterer auf der Insel Neusibirien Pflanzenreste gesammelt, welche mir durch Akademiker Fr. Schmidt zum Bestimmen übermittelt wurden. In den folgenden Zeilen nebst den dazugehörenden Zeichnungen theile ich die Resultate meiner Untersuchung mit.

Aus der vorstehenden Einleitung ist zu ersehen, dass Baron E. v. Toll die sogenannten «Holzberge» auf Neusibirien untersucht und festgestellt hat, dass dieselben entgegen der herrschenden Ansicht aus tertiärem Gestein bestehen, in welchem ziemlich dicke Schichten Braunkohle vorkommen und aus dem auch Abdrücke von Pflanzentheilen mitgebracht sind[1]). Im Strandgeröll der Insel hat Baron E. v. Toll das Vorkommen derselben tertiären Pflanzenreste constatirt.

Das Gestein, welches die tertiären Pflanzenreste auf Neusibirien enthält, ist dem Freilegen grösserer Pflanzentheile nicht günstig; diese liegen grösstentheils in kleinen Bruchstücken vor. Da ausserdem die Sammlung keineswegs reichhaltig ist, so wage ich es nicht, darauf allgemeine Schlüsse oder eine genauere Bestimmung des Alters auf Grund der Pflanzenreste zu unternehmen; ein Vergleich mit den tertiären Floren anderer Länder scheint mir aus demselben Grunde erfolglos. Jedenfalls aber schliesst sich die tertiäre Flora von Neusibirien an die arctischen für tertiär erklärten Floren an.

Indem ich im Folgenden zur Beschreibung der tertiären Pflanzenreste aus den Holzbergen auf der Insel Neusibirien übergehe, muss ich vorausschicken, dass ich mich darauf beschränke, ausser dem Vorkommen in Sibirien noch eine Schrift zu citiren, in welcher die übrige die tertiäre Flora der arctischen Länder betreffende Literatur nachgesehen werden kann.

---

1) In dem Berichte über die Expedition nach den Neusibirischen Inseln und dem Janalande nennt Herr E. von Toll Pappelnblätter, Taxodium oder Sequoia und Coniferenzapfen als von ihm bereits erkannte Pflanzenreste (Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angrenzenden Länder Asiens, 3te Folge, Band III, St. Petersburg, 1887, pag. 318).

Aspidium Meyeri Heer.

Tab. I, Fig. 1.

O. Heer, *Flora fossilis arctica* T. II. Contributions to the foss. Fl. of North Greenland, pag. 461, Tab. XXXIX, Fig. 1—3.

Das abgebildete ist das grösste von den wenigen Blattbruchstücken dieses Farn. Es stellt eine Fieder dar, welche bis auf die Spindel in dichtstehende eiförmig-längliche, stumpfe, etwas sichelförmig aufwärts gebogene Fiederchen getheilt ist. Diese sind mit breitem Grunde angeheftet und vollständig ganzrandig; sie haben eine feine Mittelrippe und jederseits 5 Nervillen, welche sich in zwei Aeste theilen.

Die in Oeningen in der Schweiz und in Grönland gefundenen Exemplare dieses Farn sind sehr variabel, doch befinden sich unter ihnen mehrere, welche den von Neusibirien ganz ähnlich sind.

Sequoia Langsdorfii Brgt. sp.

Tab. I, Fig. 2—9.

O. Heer, *Flora fossilis arctica*, T. VII, pag. 61.
Fl. foss. arct. T. V. Beiträge zur foss. Fl. Sibiriens und des Amurlandes, p. 52, Tab. XV, Fig. 13*a*.
Miocene Fl. der Insel Sachalin, pag. 22, Tab. I, Fig. 11.

Wenn auch die beblätterten Zweige dieser Conifere leicht mit *Taxodium* verwechselt werden können, so ist das Vorkommen der Art auf Neusibirien durch die zahlreichen Zapfenbruchstücke, welche von *Taxodium* sehr abweichen, auf's Sicherste bewiesen. Aber auch die Laubtriebe scheinen eher zu *Sequoia Langsdorfii*, als zu *Taxodium* zu gehören. *Taxodium distichum* hat weniger dicke, feinere, mehr zu den Enden verschmälerte Blätter, während die *Sequoia* gröbere, stumpfere und eine dickere Kohlenschicht hinterlassende Blätter hat. Heer giebt als Hauptunterschied zwischen *Taxodium distichum miocenum* und *Sequoia Langsdorfii* an, dass bei ersterem die vom Blattgrunde am Stengel herablaufenden Streifen ganz gerade, dagegen bei *S. Langsdorfii* schräg über den Stengel verlaufen. An den Exemplaren von Neusibirien kann ich auf Grund dieses Merkmals zu keiner Entscheidung gelangen, die Streifen laufen hier nicht so gerade wie bei *Taxodium* herunter, aber auch nicht so schräg wie bei *Sequoia Langsdorfii* (Tab. I, Fig. 2, 3, 5 vergr.).

Die Blatttriebe aus den «Holzbergen» in Neusibirien sind ziemlich dicht von linealischen, an der Spitze stumpflichen, am Grunde an dem Stengel herablaufenden (Fig. 5, 6*a* vergr.) Blättern besetzt. Die erhaltenen Bruchstücke der Laubtriebe sind von verschiedener Grösse; die Blätter sind bald länger, bis 1,5 cm. lang, bald kürzer; ihre Breite ist ebenso nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen. Fast an allen Blättern ist, wenn die Kohlenschicht nicht zerstört, zu beiden Seiten des bis zur Spitze verlaufenden Mittelnerven eine

feine Querstreifung zu bemerken, genau wie es O. Heer mehrfach für *S. Langsdorfii* angegeben und abgebildet hat. Einige wenige Stücke, auf denen die Kohle nicht erhalten ist, haben dagegen feine Längsstreifen, wie solche auch von O. Heer beschrieben sind. Hiernach würden die Längsstreifen der Blattoberfläche, die Querstreifen dagegen der inneren Struktur des Blattgewebes entsprechen.

Die Zapfen (Fig. 7, 8) sind nur aufgesprungen und durchbrochen gefunden. Sie haben einen länglichen oder ovalen Umriss und bestehen aus einer verschieden grossen Anzahl schildförmiger Schuppen. Diese sitzen der Zapfenspindel mittelst ihres stielförmigen unteren Theiles an und sind in ihrem äusseren Theile schildförmig verbreitet. Der stielförmige Theil geht ziemlich allmälig in das Schild über und letzteres ist nicht so breit, dass es an die benachbarten Schuppen anstösst. Zwischen den einzelnen Schuppen des Zapfens befinden sich stets mehr oder weniger breite Zwischenräume. In allen diesen Punkten stimmen diese Zapfen mit den von O. Heer (*Fl. foss. arct.* T. I. Miocene Fl. v. Nordgrönland, Tab. XLV, Fig. 16*a*. T. II. Contributions to the foss. Fl. of North Greenland, Tab. XLVIII, Fig. 1. T. III. Nachträge zur miocenen Fl. Grönlands, Tab. II, Fig. 5,6. T. VII. Tertiäre Fl. von Grönland, Tab. XCVIII, Fig. 7) beschriebenen Zapfen vollständig überein.

Von diesen abweichend ist der Fig. 9 gezeichnete Zapfen. Er ist schief durchbrochen und hat einen rundlichen Umriss. Die Stiele der Schuppen gehen hier mehr plötzlich in die Schilder über und letztere sind so breit und gross, dass sie vollständig aneinander schliessen. Hierdurch hat dieser Zapfen die grösste Aehnlichkeit mit den von O. Heer zu *Sequoia brevifolia* gezogenen Zapfen (*Fl. foss. arctica*, T. III. Nachträge zur miocenen Fl. Grönlands, pag. 5, Tab. II, Fig. 7, 8).

Zwischen den übrigen Pflanzenresten kommen zuweilen kleine geflügelte Samen vor, welche wahrscheinlich auch zu *Sequoia Langsdorfii* gehören. Sie sind schief-eiförmig, haben einen etwas sichelförmig gebogenen Kern und einen schmalen den Kern ganz umgebenden Flügelrand (Fig. 10, 11).

Auf den verschiedenen Theilen dieser Conifere, auf den Stengelstücken, den Blattrippen, der Zapfenspindel, so wie auf Stiel und Schild der Zapfenschuppen habe ich mehrfach gelbe Harzstreifen gesehen. Gelbe Harzstückchen, welche ich der leichten Schmelzbarkeit wegen für Retinit halte, sind in dem die Pflanzenreste enthaltenden Steine nicht selten. Sie können selbstverständlich nicht allein von dieser, sondern auch von anderen Coniferen stammen.

Taxodium distichum miocenum Hr.

Tab. I, Fig. 12, 13, 13*b* vergr.

O. Heer, *Fl. foss. arct.* T. VII, pag. 60.

Das Vorkommen dieser in der arctischen tertiären Flora weitverbreiteten Conifere scheinen die Bruchstücke des männlichen Blüthenstandes zu beweisen. Bei *Sequoia* und

Glyptostrobus stehen die männlichen Blüthen an den Zweigen einzeln terminal, hier sind sie, wie bei *Taxodium*, gehäuft und in rispige Blüthenstände angeordnet. Fig. 12 u. 13 zeigen, dass die Hauptachse von kleinen entfernt stehenden Schuppenblättern besetzt ist und kurze Zweige trägt, welche dichter stehende Schuppenblätter haben und 1—3 rundliche Knospen tragen, die von rhombischen sich ziegeldachig deckenden Schuppen bekleidet sind (Fig. 13*b* vergr.). Ebenso stehen die männlichen Blüthen an den Blüthenständen von *Taxodium distichum* und hat bereits Unger solche Blüthenstände fossil nachgewiesen und unter *Taxodites dubius* beschrieben (F. Unger, *Iconographia plantarum fossilium*, pag. 20, Tab. X, Fig. 6, 7).

Glyptostrobus sp. conf. *Ungeri* Hr.?

Tab. I, Fig. 14.

O. Heer, *Fl. foss. arct.* T. VII, pag. 61.

— *Fl. foss. arct.* T. V. Beiträge zur foss. Fl. Sibiriens und des Amurlandes, pag. 38, Tab. IX, Fig. 9*a*, 10—13. Tab. XIII, Fig. 2*b*, 3*a*, 4, 6*c*.

Ich habe nur das abgebildete kleine, aber etwas dicke Zweigstück mit dicht anliegenden rhombischen Blattschuppen aufgefunden, welches zunächst an *Glyptostrobus* erinnert. Da aber auf den Blättern kein Längskiel, welcher für *G. Ungeri* angegeben ist, bemerkt wurde und andererseits auch bei *Sequoia* angedrückte spiralig gestellte Schuppenblätter vorkommen, so scheint mir die Bestimmung nicht ganz sicher zu sein.

Taxites tenuifolius n. sp.

Tab. I, Fig. 15—17, 18 vergr.

Blätter klein eilanzettförmig, am Grunde breiter, nicht herablaufend, oben stachelspitzig.

Ausser diesen vorausgeschickten Merkmalen unterscheiden sich die abgebildeten Zweigstücke von denen der *Sequoia Langsdorfii* dadurch, dass die Blätter keine Kohle hinterlassen haben, sondern einen nur dünnen braunen Ueberzug auf dem Steine bilden; sie sind 4—6 mm. lang und 1—2 mm. breit.

In Grösse und Form sind diese Blätter dem im Tschirimyi-Felsen an der Lena gefundenen *Taxodium gracile* (O. Heer, *Flora foss. arct.* T. V. Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes, pag. 34, Tab. VIII, Fig. 30—37) ähnlich. Letzteres hat aber schmälere Blätter, welche als am Grunde verschmälert und oben spitz (nicht stachelspitzig) beschrieben werden. Dieselbe Blattform hat ferner *Taxites validus* (O. Heer, *Miocene baltische Flora*, pag. 26, Tab. III, Fig. 12), doch sind die Blätter doppelt so gross und besitzen keine Stachelspitze. *Taxites microphyllus* (O. Heer, *Fl. foss. arct.* T. II. *Fl. foss. Alaskana*, pag. 24, Tab. I, Fig. 9) hat noch kleinere Blätter, als die von Neusibirien, welche am Grunde verschmälert sind.

Dammara Tolli n. sp.

Tab. I, Fig. 19.

Zapfenschuppe feingestreift mit abgerundeten Aussen- und Seitenrändern, in der Mitte bespitzt, am Grunde wenig verschmälert.

Diese Zapfenschuppen haben eine dicke Kohlenschicht und sind gewiss dickholzig gewesen. Ihr Aussenrand ist umgebogen und zeigt in der Mitte einen kleinen Mucro. Sie liegen nur in wenigen Stücken vor, von denen das vollständigste, welches $2^3/_4$ cm. breit ist, abgebildet worden. In Form und Grösse nähern sich diese Schuppen am meisten denen von *Dammara robusta*.

Aus den arctischen Ländern ist bis jetzt noch keine tertiäre *Dammara* bekannt geworden, wohl aber mehrere Arten, die in der oberen Kreide, in den Atane- und Patooschichten auf Grönland gefunden sind, nämlich *D. borealis* Hr., *D. microlepis* Hr., *D. macrosperma* Hr. (*Fl. foss. arct.* T. VI, pag. 54, 55. T. VII, pag. 17), welche von unserer Art verschieden sind.

Pinus sp.

Tab. I, Fig. 20—22, 22*a* vergr.

Dass die Gattung *Pinus* vertreten gewesen ist, scheint das Bruchstück eines grossen Zapfens (Fig. 20) zu beweisen und einige verhältnissmässig breite linealische Blätter (Fig. 21, 22, 22*a* vergr.). Letztere haben eine breite gekielte Mittelrippe, welche feine Längsstreifen erkennen lässt und zu den Seiten dieser kaum bemerkbare Querrunzeln. Diese Reste sind zu mangelhaft, um bestimmt zu werden.

Populus Richardsoni Hr.

Tab. I, Fig. 23—25.

O. Heer, *Fl. foss. arct.* T. I. Miocene Fl. v. Nordgrönland, pag. 98. T. VII. Tertiäre Fl. v. Grönland, p. 73.
— *Fl. foss. arct.* T. V. Beiträge zur foss. Fl. Sibiriens und des Amurlandes, pag. 49, Tab. XV, Fig. 7.

Diese nebst der *P. arctica* im hohen Norden weitverbreitete Pappelart ist auf Grönland, Spitzbergen, in Canada am Mackenzie-Flusse und im Amurlande an der Bureja gefunden. Sie zeichnen sich durch das rundliche oder eiförmige grob-stumpf-gekerbte, am Grunde meistens ausgerandete Blatt aus, dessen seitliche Hauptnerven einen gebrochenen Verlauf haben, reichlich verzweigt sind und sich an der Spitze in gabelige Zweige auflösen, welche mit anderen in Verbindung treten.

Das grosse Fig. 23 nach dem Gegenabdruck ergänzte Blatt ist breiter wie lang gewesen. Es zeigt am Grunde eine tiefe Ausrandung und am rechts erhaltenen Rande grosse

stumpfe Kerbzähne. Von den 7 Hauptnerven sind die unteren zwei schwach, geben aber doch noch mehrere Zweige ab, welche zum Rande der Bucht verlaufen; die folgenden zwei Hauptnerven stehen in ihrem unteren Theile rechtwinkelig gegen den Mittelnerven und theilen sich dann in zwei fast gleichstarke Aeste, von denen der hintere etwas rückwärts, der andere etwas vorwärts gebogen ist. Letzterer, welcher vollständiger erhalten ist, hat dann noch mehrere Zweige und verbindet sich an der Spitze bogenförmig mit einem Zweige des folgenden Hauptnerven. Von den drei mittleren Hauptnerven sind die seitlichen ebenso kräftig, als der Mittelnerv. Sie verlaufen im Bogen gegen die Blattspitze, verzweigen sich und treten an ihrer Spitze mit Aesten des Mittelnerven in Verbindung, ohne die Blattspitze zu erreichen. In diesen Merkmalen stimmt das Blatt genau mit der von O. Heer gegebenen Beschreibung von *P. Richardsoni* überein und auch die ansehnliche Grösse dieses Blattes ist unter den von O. Heer beschriebenen und abgebildeten Blättern von Grönland vertreten (*Fl. foss. arct.* T. I, pag. 98, Tab. VI, Fig. 7, 8).

Ausser dem grossen Blatte sind in Neusibirien noch kleinere Blattstücke gefunden, von denen ich den grösseren Theil gleichfalls der kräftigeren und reichlicher verzweigten Nerven wegen zu *P. Richardsoni* zähle. Das schöne Fig. 24 gezeichnete Blattstück gehört noch zweifellos zu dieser Art. Es ist der obere Theil eines wahrscheinlich ovalen Blattes. Seine grossen Kerbzähne und das grobe Nervennetz sind für *P. Richardsoni* charakteristisch, auch sind die Seitennerven an der Spitze verzweigt und mit den Zweigen des Mittelnerven verbunden. Dagegen ist die Zugehörigkeit des Fig. 25 gezeichneten Blattbruchstückes schon zweifelhaft. Es scheint am Grunde nicht ausgerandet gewesen zu sein, hat aber stark vorstehende und kräftig verzweigte Adern, ausserdem am linken Rande für *P. arctica* schon etwas zu grobe Zähne.

Populus arctica Hr.

Tab. I, Fig. 26.

O. Heer, *Fl. foss. arct.* T. I, pag. 100. T. VII, pag. 74.

— *Fl. foss. arct.* T. V. Beiträge zur foss. Fl. Sibiriens und des Amurlandes, pag. 49, Tab. XV, Fig. 3—5. Miocene Fl. der Insel Sachalin, pag. 26, Tab. II, Fig. 1*b*. Tab. III, Fig. 3*a*. Beiträge zur Miocenen Fl. von Sachalin, pag. 4, Tab. I, Fig. 3. 4.

Ist wie vorige in den arctischen Ländern weitverbreitet und auf Grönland, in Nordcanada am Mackenzie, auf Grinnelland, Spitzbergen und im Amurlande, wie auch auf Sachalin gefunden. Nach den Schriften O. Heer's erscheint diese Pappel sehr vielgestaltig. Sie kommt vor mit ovalen, rundlichen, elliptischen und lanzettförmigen Blättern, welche am Grunde abgerundet, seicht herzförmig oder keilförmig, am Rande ganzrandig, gekerbt, wellig- oder tiefgekerbt sind. Diese Blätter sind aber meistens kleiner als die von *P. Richardsoni*, haben nur selten fast so grosse Kerbzähne wie diese Art und zeigen mehr bogenförmig verlaufende, weniger gebrochene Hauptnerven, von denen die dem Mittelnerven benachbar-

ten weiter zur Blattspitze reichen; die Hauptnerven haben weit schwächere Seitennerven und diese bilden nicht so kräftige bogenförmige Verbindungen mit einander.

Das vollständigste auf Neusibirien gefundene Blatt ist Fig. 26 abgebildet. Es ist eiförmig, am Grunde herzförmig ausgerandet, an der Spitze beschädigt. Sein Rand hat stumpfe mässig grosse Kerbzähne. Von den 5 Hauptnerven reicht das untere Paar fast bis zur Mitte des Blattes, das dem Mittelnerven nächste reicht fast bis zur Spitze. Die Hauptnerven haben einen ungebrochenen bogenförmigen Verlauf und geben verhältnissmässig schwache Aeste ab. Bogenförmige Verbindungen, wie bei *P. Richardsoni*, sind zwischen den Nervenästen nicht bemerkt worden.

Nyssidium Hr.

Mit diesem Namen bezeichnete O. Heer ovale oder längliche Steinkerne, deren Oberfläche zahlreiche einfache oder gabelig getheilte Längsfurchen zeigt. Sie sind bisher im Tertiär Grönlands und Spitzbergens in mehreren Formen gefunden. Mir liegen 2 verschiedene Formen von Neusibirien vor.

Nyssidium spicatum n. sp.

Tab. I, Fig. 27, 28, 29 vergr.

Kleine rundliche, kurzbespitzte Steinkerne, mit 8 Längsfurchen, ährenförmig an gemeinschaftlicher Spindel sitzend.

Die einzelnliegend vorkommenden Steinkerne sind rundlich (Fig. 28, 29 vergr.), mit einem kleinen Spitzchen, $5^1/_2$ mm. lang und 4 mm. breit und haben 8 Längsfurchen, welche oben und unten zusammenlaufen; die Furchen verlaufen bald bogenförmig, bald sind sie *S*-förmig gebogen. Diese Steinkerne sind sehr ähnlich dem *Nyssidium crassum* (O. Heer, Fl. foss. arctica T. II. Miocene Flora und Fauna Spitzbergens, pag. 62, Tab XV, Fig. 13, 14). Letztere haben aber 10 Längsfurchen und zeigen kein Spitzchen. Dass unsere Steinkerne zu einem ährenförmigen Fruchtstande gehören, scheint das Fig. 27 abgebildete Stück zu beweisen. An der etwas dicken und ein wenig knieförmig hin und her gebogenen Spindel sitzen hier 7 Früchte, von denen aber nur der untere Theil erhalten ist. Eben solche ährenförmige Fruchtstände bildet *Nyssidium Eckmanni* (O. Heer, Fl. foss. arct. T. VII, pag. 118, Tab. XCII, Fig. 8).

Nyssidium geminatum n. sp.

Tab. I, Fig. 30, 30*a* vergr.

Gepaarte elliptisch-längliche Steinkerne, mit 8 Längsfurchen.

Hiervon ist nur das eine Exemplar gefunden. Zwei Früchte liegen hier dicht nebeneinander und haben wohl, wie bei *Nyssa aquatica*, an einem gemeinschaftlichen Stiel gesessen. Sie sind elliptisch-länglich, 7 mm. lang und 3 mm. breit; ihr Steinkern zeigt 8 Längs-

furchen, welche an dem links liegenden paarweise nach unten zusammenlaufen, an dem rechten ein wenig *S*-förmig gebogen sind und nach oben zusammenlaufen. Diese Früchte erinnern durch ihre Form an *Nyssidium fusiforme* Hr. (O. Heer, Fl. foss. arct. T. II. Miocene Flora und Fauna Spitzbergens, pag. 63, Tab. XV, Fig. 24, 25), welches aber grösser ist und zahlreichere Furchen hat.

Diospyros sp.?

Tab. I, Fig. 31.

O. Heer, Fl. foss. arct. T. V. Beiträge zur foss. Fl. Sibiriens und d. Amurlandes, pag. 50, Tab. XV, Fig. 9.

Auf Neusibirien ist nur die eine radförmige Frucht, welche aus 8 Abschnitten besteht, gefunden.

Unbestimmte Schuppenblätter und Fruchtstücke.

Tab. I, Fig. 32, 33, 33*a* vergr., 34.

Der Abdruck Fig. 32 ist kreisförmig, vertieft, glatt und erinnert an die Theilfrüchte der Umbelliferen, etwa an *Malabaila*.

In Fig. 33, 33*a* vergr. sehen wir einen borstenförmigen Stiel und daneben 2 kahnförmige Körper, welche mit dem Rücken gegeneinander gekehrt sind; der untere von ihnen zeigt eine breite Furche, welche gegen das spitze Ende schmäler und tiefer wird; an beiden Körpern läuft parallel und dicht an der stärker gebogenen Kante eine feine Furche entlang. Dieser Gegenstand könnte 2 Klappen einer Kapselfrucht darstellen.

Fig. 34 ist wahrscheinlich eine Knospenschuppe. Sie ist länglich und zeigt sehr feine Längsstreifen.

Beschreibung der Hölzer.

Die von Baron v. Toll aus den Holzbergen auf Neusibirien gesammelten fossilen Holzstücke scheinen sämmtlich Coniferenhölzer zu sein. Einige von ihnen sind versteinert und lassen die Struktur nicht deutlich genug erkennen; andere sind in Braunkohle verwandelt und lassen sich mehr oder weniger gut mit dem Rasirmesser schneiden. Unter letzteren bilden einige eine vollständig kompakte Kohlenmasse, in der nur Spuren der Struktur erkannt werden können. Zwei Holzstücke weisen dagegen einen guten Erhaltungszustand auf und werden in Folgendem ausführlich beschrieben.

Pinus (Larix) arctica n. sp.

Tab. II, Fig. 35—43.

Ein Aststück, etwas über 5 cm. lang, ein wenig zusammengedrückt, hat im Durchmesser 1,5 und 0,9 cm. Auf der Aussenfläche befinden sich 4 Zweigstümpfe, welche paar-

weise in gleicher Höhe und 2,5 cm. von einander entfernt, 2 auf der einen und 2 auf der anderen Seite des Stückes stehen. Auf dem Querschnitt sind nur noch 4 Jahresringe zu erkennen, welche $^1/_2$—$^3/_4$ und 1—2 mm. dick sind und im Centrum ein 2—$2^1/_2$ mm. dickes Mark umschliessen. Das Vorhandensein des Markes und die paarweise auf derselben Höhe stehenden Zweigstümpfe beweisen, dass das Stück nicht für eine Wurzel gehalten werden kann. Parallel dem Umfange ist das Holz in Schichten gespalten und hat auch unzählige radiale Längsrisse; so dass es bei Berührungen leicht zerbröckelt. Durch Liegen in trockener Luft und durch den Transport hat das Stück bereits sehr gelitten und hat wenigstens um die Hälfte seines Umfanges abgenommen, wovon die zahlreichen Splitter zeugen, welche dabei liegen. Aus diesen Splittern war es nicht schwer, die zur mikroskopischen Untersuchung nothwendigen radialen und tangentialen Schnitte herzustellen. Querschnitte konnten aber nicht erhalten werden, weil sie in ganz kleine Bruchstücke zerfielen. Deshalb und um das Aststück vor fernerer vollständiger Zerstörung zu schützen, wurde es mehrere Tage lang in Gummilösung, zu der Glycerin zugesetzt war, gelegt und dann wieder getrocknet. Nach dieser Behandlung war es möglich, brauchbare Querschnitte, welche übrigens doch sehr leicht auseinanderfallen, zu erhalten. Wie von einem Aststücke zu erwarten war, erwiesen sich die Herbstholzzellen nicht stark tangential abgeplattet (Fig. 35 bei *h*), Herbstholz, Sommer- und Frühlingsholz gehen allmälig in einander über. Die Zellen des Frühlingsholzes sind stark, zum Theil bis zur Unkenntlichkeit verdrückt. In dem inneren Theile der Holzschichten, im äusseren Theile des Herbstholzes und im inneren des Sommerholzes sind stellenweise einzelne, seltener zonenweise nebeneinander liegende Harzgänge vorhanden, deren parenchymatische Wandung auf dem Querschnitte nicht zu erkennen ist. Die Breite der Holzzellen, auf dem Querschnitt gemessen, beträgt tangential 0,012 — 0,030 mm., durchschnittlich 0,021 mm. Die Markstrahlen stehen ziemlich dicht, sie sind von 2—8 Zellreihen getrennt und bestehen aus ziemlich breiten Zellen (Fig. 35), welche mehr oder weniger reichlichen harzigen Inhalt und zahlreiche kleine runde Tüpfel haben, die meistens in 2, seltener in 3 unregelmässigen Längsreihen stehen. Auf Längsschnitten erweist sich das Holz sehr harzreich. Harzzellen sind nicht selten an der Grenze des Frühlings- und Herbstholzes vorgekommen (Fig. 36); sehr harzreich sind aber die Zellen der Markstrahlen (Fig. 38, 41), welche meistens rundliche Harzklumpen von verschiedener Grösse enthalten. Einige, ziemlich seltene Markstrahlen führen in ihrer Mitte einen Harzgang (Fig. 38, 39), dessen Umgebung aus kleinen parenchymatischen Zellen nicht erkannt werden konnte. Diese ist aber einige mal an vertical im Holze verlaufenden Harzgängen in Längsschnitten gesehen worden; die Zellen hatten kleine runde Tüpfel. Die Markstrahlen sind meistens 6—12 Zellen hoch, es kommen aber sowohl noch schmälere, als auch höhere Markstrahlen vor. Einzeln vorkommende Markstrahlen sind im tangentialen Durchschnitt spindelförmig (Fig. 38, 39), in der Mitte dicker und enthalten einen Harzgang; ihr dem Harzgange benachbarter Theil besteht aus zwei Zellreihen. Die Markstrahlzellen haben auf ihren tangentialen Wänden (Fig. 37) ebensolche kleine runde Tüpfel, wie auf den horizontalen, welche zu 5—8, zuweilen auch mehr,

auf einer Wand stehen. Auf den radialen, an die Holzzellen angrenzenden Wänden haben die Markstrahlzellen grössere, zur Grösse der Zellen aber doch noch verhältnissmässig kleine, ovale, schiefstehende Tüpfel (Fig. 40), welche oft, namentlich im Herbstholze, eine schmale spaltenförmige und etwas über den Tüpfel hinaus verlängerte Oeffnung haben. In jeder Markstrahlzelle stehen diese Tüpfel in 2 Reihen übereinander und auf den Raum einer Holzzelle auch meistens 2 nebeneinander, so dass meistens 4 Tüpfel, an den schmäleren Holzzellen aber zuweilen auch nur 2 übereinanderstehende Tüpfel den Raum einer Holzzelle einnehmen. Die Kantenzellen der Markstrahlen habe ich von den übrigen Zellreihen derselben nicht unterscheiden können, dagegen wohl aber aus einer Zellreihe bestehende Markstrahlen gefunden, deren Zellen unverhältnissmässig hoch waren und die sehr kleine, schiefstehende Tüpfel hatten (Fig. 43). An der abgebildeten Stelle waren die tangentialen Wände der Markstrahlzellen mit ihren Tüpfeln im Durchschnitt sehr schön erhalten, wie dieses auch in der Abbildung wiedergegeben ist. Die Höhe der Markstrahlzellen schwankt zwischen 0,018—0,036 mm., durchschnittlich beträgt sie 0,030 mm. Auf radialen Längsschnitten, welche aus den Holzsplittern erhalten waren, die also von dem äusseren Theile des untersuchten Astes stammen, waren die breiteren Holzzellen meistens 0,030 mm. breit und führten nur eine Tüpfelreihe, zuweilen kommen aber auch Zellen vor, welche 0,037 mm. breit sind und die dann stellenweise 2 Tüpfelreihen haben. Im Herbstholze sind die Holzzellen 0,020 mm. breit und haben bedeutend kleinere Tüpfel. Die Grösse der Tüpfel auf den Holzzellen beträgt 0,015—0,018 mm., selten bis 0,020 mm., im Herbstholze nur 0,012 mm. Wenn die Tüpfel 2 Reihen bilden, so stehen sie meistens paarweise nebeneinander (Fig. 41), seltener schieben sie sich alternirend zwischen einander (Fig. 42). Im Herbstholze zeigen die Holzzellen zuweilen eine sehr deutliche kreuzweise Streifung (Fig. 38) und ganz kleine Tüpfel. Die Harzzellen, welche nur im Herbstholze vorkommen, haben dünne Querwände, reichlichen harzigen Inhalt und zahlreiche kleine punktförmige Tüpfe (Fig. 36).

Unter den fossilen Hölzern hat *Pinites Silesiacus* (Goeppert, Monographie der foss. Coniferen, pag. 221, Tab. XXXIII, Fig. 5, 6. Tab. XXXIV, Fig. 1, 2) die grösste Aehnlichkeit mit unserem Holze. Die Tüpfel der Holzzellen scheinen aber grösser zu sein und werden nur in einer Reihe stehend angegeben, während sie bei dem unsrigen zuweilen 2 Reihen bilden. Schon mehr verschieden ist *Pinites Pachtanus* (Merklin, Palaeodendrologikon rossicum, pag. 50, Tab. IX) durch das Fehlen der Harzzellen, durch die Anordnung der Harzgänge, welche nur im Herbstholze vorkommen, und durch kleinere Tüpfel der Holzzellen. *Pinus Johnseni* (Schröter, Untersuchungen über foss. Hölzer aus der arctischen Zone; O. Heer, Flora foss. arct. T. VI, 1, pag. 15, Tab. I, Fig. 1—8) unterscheidet sich mehr durch das Fehlen der horizontal in den Markstrahlen verlaufenden Harzgänge.

Unser Holz gehört unzweifelhaft zu *Larix*. Es zeichnet sich durch eine ganze Reihe von Eigenthümlichkeiten aus, welche ebenso bei dem Holze der lebenden *Larix*-Arten vorkommen. Das Vorhandensein der verticalen und horizontalen Harzgänge, die Harzzellen im

Herbstholze, die zahlreichen kleinen Tüpfel auf den horizontalen und tangentialen Wänden der Markstrahlzellen, die Streifung der Holzzellen im Herbstholze und die kleinen Tüpfel auf den tangentialen Wänden der Holzzellen zeichnen das *Larix*holz aus. Unter den *Larix*-hölzern, welche ich vergleichen konnte[1]), war *Larix dahurica* vom Amur durch sehr dünne, zum Theil bis auf 2—4 Zellreihen heruntergehende Jahresringe und dadurch verschieden, dass die Harzgänge nur an der äussersten Grenze der Jahresringe im Herbstholze liegen. Dagegen haben *Larix europaea*, *L. sibirica* und *L. microcarpa* die Harzgänge auch im Sommerholze und sind in allen Merkmalen mit dem fossilen Holze übereinstimmend, nur dass das fossile Holz bedeutend höhere Markstrahlzellen hat. Berücksichtigt man, dass das fossile Holz mässig dicke Jahresschichten hat, welche ausserdem nicht zahlreich sind, dass es offenbar weder rasch, noch unter ungünstigen Verhältnissen gewachsen ist, und mit einem Astholze von mässiger Dicke verglichen werden muss, so ist es nicht schwer sich davon zu überzeugen, dass es auch in Betreff der Grösse der Tüpfel und der Weite der Holzzellen sich innerhalb der Grenzen hält, welche bei den lebenden *Larix*-Arten vorhanden sind. Im Folgenden sind einige Messungen zusammengestellt.

	Breite der Holzzellen	Breite der Markstrahlzellen	Breite der Tüpfel im Sommerholze
(NB. Wo nur eine Ziffer angegeben, ist es der Durchschnittswerth von wenigstens 10 Zählungen.)			
Das fossile Holz	0,012—0,030 mm.	0,030 mm.	0,015—0,021 mm. im Herbstholze 0,012 mm.
Larix sibirica.			
Dünner Zweig von 3 mm. Durchmesser, mit 10 Jahresringen	0,012 mm.	0,021 mm.	0,009 mm.
Zweig von 2 cm. Durchmesser, mit 15 Jahresschichten	0,015 mm.	0,018 mm.	0,015—0,018 mm. im Herbstholze 0,009 mm.
Holzstück mit 4—6 mm. dicken Jahresringen . .	0,019 mm.	0,018 mm.	0,015—0,018 mm.
Larix microcarpa.			
Stammstück von 6 cm. Durchmesser, mit 10 Jahresringen	0,018—0,024 mm.	0,016 mm.	0,018—0,020 mm.
Larix dahurica.			
100jähriges Stammstück, von 45 mm. im Durchm.	0,018—0,022 mm.	0,017—0,022 mm.	0,012—0,018 mm.
Larix europaea.			
Dicker alter Stamm . . .	0,040 mm.	0,018—0,020 mm.	0,024 mm.

1) Durch Herrn A. Batalin erhielt ich mehrere Holzstücke von *Larix dahurica*, *L. sibirica* und *L. microcarpa* aus dem Kaiserl. Botanischen Garten in St. Petersburg, wofür ich hiermit meinen besten Dank ausspreche.

Hiernach ist das fossile Holz nur durch die höheren Markstrahlzellen von den *Larix*-hölzern verschieden und dieser, freilich nicht sehr gewichtige Unterschied mag neben dem geologischen Alter und dem Vorkommen die Aufstellung einer neuen Art rechtfertigen, welche, wenn auch von untergeordnetem systematischen Werthe, doch durch das Vorkommen und die grosse Aehnlichkeit mit lebenden Holzarten nicht ohne Interesse ist.

Cupressinoxylon (Glyptostrobus?) Neosibiricum n. sp.

Tab. II, Fig. 44—49.

Es sind flach gedrückte bituminöse Holzstücke, welche leicht in dünne Splitter zerfallen. Die Dicke der Jahresschichten ist schwer erkennbar und scheint $^1/_4$ bis etwas über $^1/_2$ mm. zu betragen. Auf dem Querschnitte erweisen sich die Zellen sehr zerdrückt; nur die Herbstholzzellen und die an diese zunächst anstossenden Zellen des Sommerholzes haben noch ihre fast natürliche Form behalten (Fig. 44). Die 2 bis 3 Reihen Herbstholzzellen sind tangential stark zusammengedrückt, während die anstossenden Zellen des Sommerholzes einen fast quadratischen Querschnitt zeigen. Zwischen den Holzzellen liegen zerstreut zahlreiche mit Inhalt angefüllte Harzzellen. Die Markstrahlen sind zahlreich, von 2—4, seltener 7 Zellreihen getrennt und ihre Zellen sind bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 45) sehr grobgetüpfelt. Die Breite der Holzzellen beträgt in radialer Richtung im Herbstholze 0,009—0,015 mm., im Sommerholze meistens ungefähr 0,024 mm., in tangentialer Richtung dagegen 0,018—0,057 mm., meistens ungefähr 0,045 mm. Die Harzzellen haben im Längsschnitte (Fig. 46) einen verhältnissmässig hellen Inhalt, welcher die Wand der Zellen auskleidet; sie sind 6 mal so lang wie breit. Tüpfel sind auf ihren Wandungen nicht bemerkt worden. Die Markstrahlen sind verhältnissmässig hoch und bestehen aus 13—20 Stockwerken, es kommen aber auch weniger hohe vor, als auch solche, in denen 40—48 Zellen gezählt wurden. Auf den tangentialen Schnitten sind die Zellen der Markstrahlen radial zusammengedrückt (Fig. 47) und ebenso wie auf den Querschnitten mit grobporöser Tangentialwand (Fig. 48). Auf Radialschnitten erscheinen die Wände der Markstrahlzellen etwas zackig (Fig. 49); auf ihrer gegen die Holzzellen gekehrten Wand befinden sich grosse runde oder ovale und im Herbstholze (Fig. 46) spaltenförmige Tüpfel. Diese Tüpfel bilden in den Markstrahlzellen immer nur eine horizontale Reihe und stehen auf der Breite der schmäleren Holzzellen einzeln, auf der breiteren aber meistens paarweise (Fig. 49). Die Markstrahlzellen sind in verticaler Richtung 0,024 — 0,030 mm. breit; ihre Tüpfel haben einen Durchmesser von 0,009—0,014 mm. Die Holzzellen sind auf ihren Wänden mit ziemlich grossen Tüpfeln versehen, welche meistens eine Reihe bilden und ziemlich dicht stehen, seltener und nur stellenweise 2 Reihen bilden und gleichfalls selten in grösseren Entfernungen von einander gerückt sind. Diese Tüpfel messen in horizontaler Richtung 0,021—0,026 mm., selten nur 0,018 mm., dagegen in Richtung der Holzzellen 0,015—0,021 mm. In den Herbstholzzellen befinden sich auf den tangentialen Wänden kleinere

Tüpfel (Fig. 47, 48), mit oft spaltenförmiger langgezogen Oeffnung, welche eine oder zwei Reihen bilden und einen Durchmesser von meistens 0,09 mm. haben.

Unter den fossilen Hölzern finde ich diese Holzart dem *Cupressinoxylon glyptostrobinum* (Schmalhausen, Beiträge zur Tertiärflora Süd-West-Russlands. Dames und Kayser, Palaeontologische Abhandlungen Bd. I, Heft 4) aus der Braunkohle des Gouvernements von Kiew am ähnlichsten. Es unterscheidet sich aber von diesem durch dünnere Jahresschichten und mehr zusammengedrückte Herbstholzzellen, weitere Zellelemente, höhere Markstrahlen, welche aber aus fast ebenso schmalen Zellen bestehen, und durch die meistens paarweise auf den Raum der Holzzellen stehenden meistens weniger grossen Tüpfel der Markstrahlzellen. Ungeachtet dieser Unterschiede könnte das Holz aus den Holzbergen auf Neusibirien vielleicht mit jenem aus der Braunkohle von Kiew zu ein und demselben Holztypus, vielleicht zu *Glyptostrobus*, gehören und wenn das Holz von Kiew ein Stammholz ist, so könnte das von Neusibirien das zur selben Art gehörende Wurzelholz darstellen.

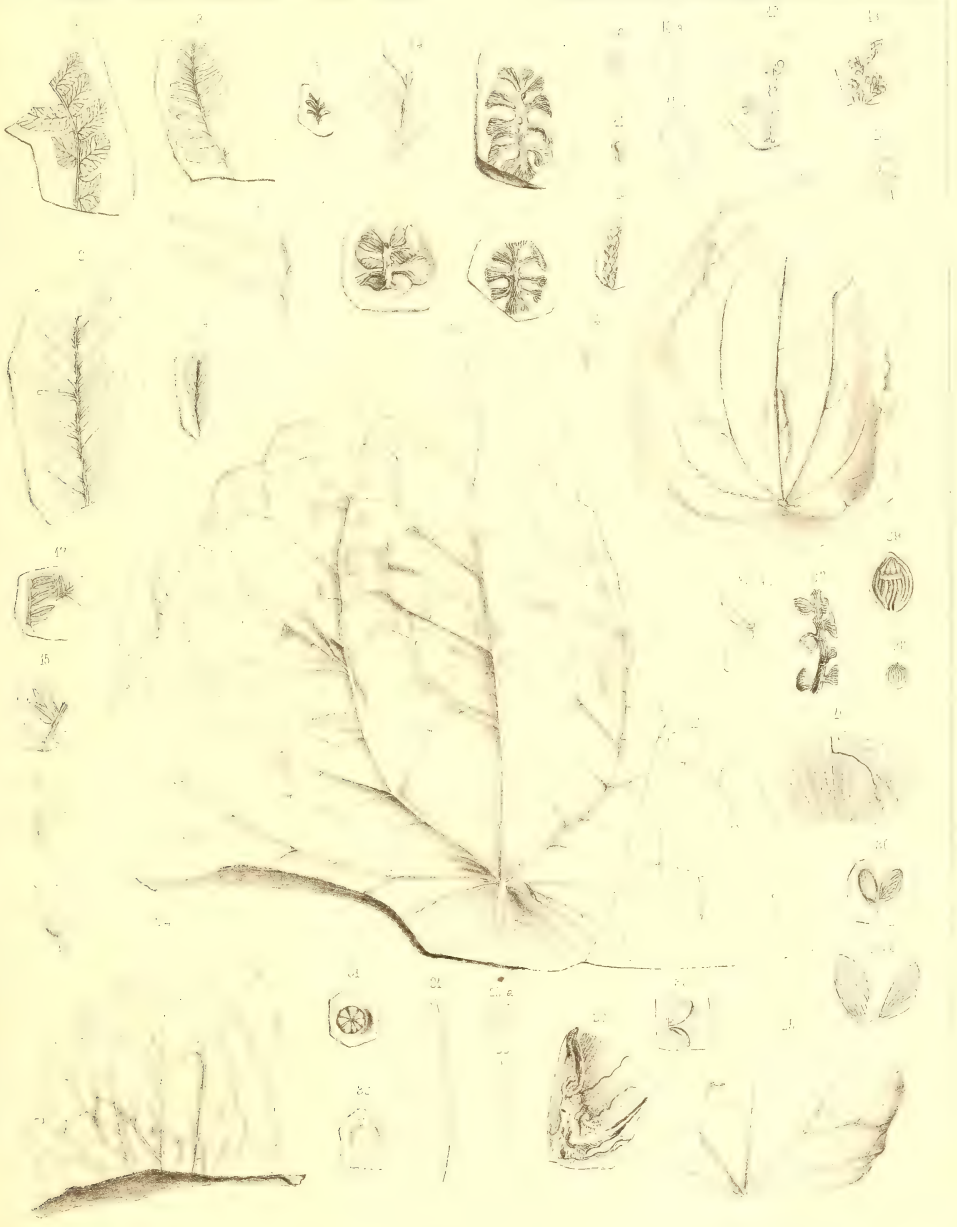
Weniger nahe schliesst sich dieses Holz an *Cupressinoxylon Protolarix* Goepp. sp. an, welches grössere Holzelemente und grössere Tüpfel auf den Holzzellen, dagegen kleinere auf den Markstrahlzellen hat und mit dem unser Holz wohl schwerlich vereinigt werden könnte.

Von dem Holze des *Glyptostrobus heterophyllus* unterscheidet sich das fossile von Neusibirien, ebenso wie auch das von *Cupressinoxylon glyptostrobinum* aus dem Gouvernement von Kiew, durch die in einer Reihe auf den Zellen der Markstrahlen stehenden Tüpfel, welche bei *Glyptostrobns* meistens 2 Reihen bilden. Ich kann leider nur Holzstücke eines dünnen Zweiges von *Glyptostrobus heterophyllus* vergleichen, welche ich der Güte des Herrn Akademikers C. Maximowicz verdanke. Sie zeichnen sich durch sehr enge Holzzellelemente aus; die Breite der Holzzellen beträgt tangential 0,015 mm., die der Markstrahlzellen vertical 0,015—0,018 mm., der Tüpfel auf den Holzzellen 0,009 mm. und die Breite der Tüpfel auf den Markstrahlzellen beinahe ebensoviel; die Tüpfel bilden auf den Markstrahlzellen 2—3 Reihen, so dass 2—6 Tüpfel auf den Raum einer Holzzelle kommen.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Tafel I.

Fig. 1. *Aspidium Meyeri* Hr.
Fig. 2—11. *Sequoia Langsdorfii* Brongt. sp. 2—6 beblätterte Zweige. 5 zwei Blätter vergr. 6*a* kleines Zweigstück vergr. 7—9 Fruchtzapfen. 9 gehört vielleicht zu *Sequoia brevifolia* Hr. 10, 11 Samen. 10*a*, 11*a* vergr.
Fig. 12, 13. *Taxodium distichum miocenum* Hr.? Zweigstücke mit männlichen Blüthen. 13*a* eine Blüthe vergr.
Fig. 14. *Glyptostrobus Ungeri* Hr.?
Fig. 15—18. *Taxites tenuifolius* n. sp. 15, 16 etwas vergr. 18 ein Blatt 2 mal vergr.
Fig. 19. *Dammara Tolli* n. sp. Zapfenschuppe.
Fig. 20. *Pinus* sp. Zapfenbruchstück.
Fig. 21, 22. *Pinus* sp. Nadelstücke. 22*a* vergr.
Fig. 23—25. *Populus Richardsoni* Hr.
Fig. 26. *Populus arctica* Hr.
Fig. 27—29. *Nyssidium spicatum* n. sp. 27 Fruchtstand. 28, 29 einzelne Früchte. 29 vergr. 2 mal.
Fig. 30. *Nyssidium geminatum* n. sp. 30*a* vergr.
Fig. 31. *Diospyros* sp. Frucht.
Fig. 32. *Carpolithes* sp.
Fig. 33. Fruchtklappen? 33*a* vergr.
Fig. 34. Knospenschuppe. 2 mal vergr.

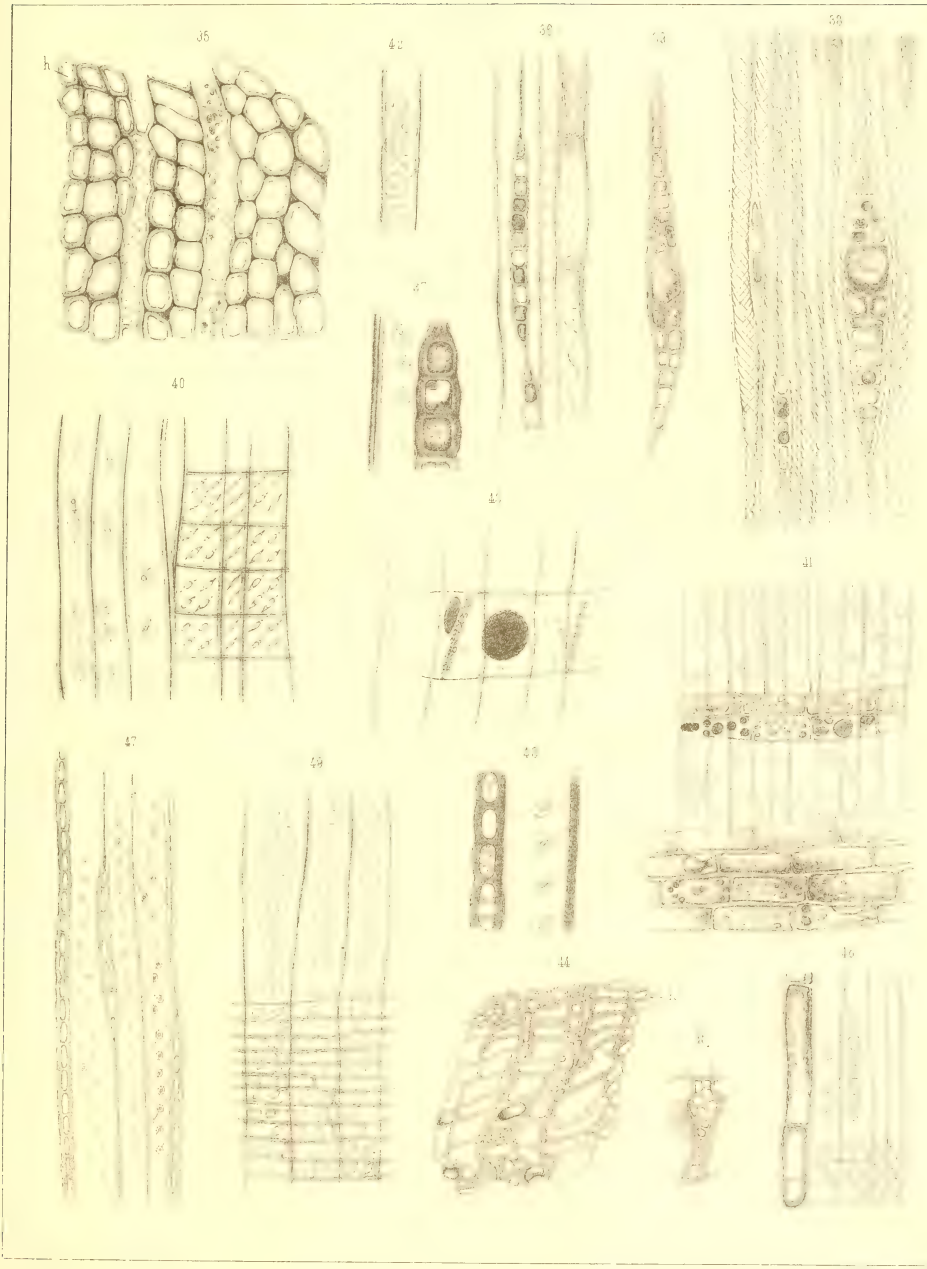


Autor delin.

Tafel II.

Fig. 35—43. *Pinus* (*Larix*) *arctica* n. sp. 35 Querschnitt, vergr. 240, bei *h* Herbstholz. 36 Stück eines tangentialen Längsschnittes mit Harzzellen, vergr. 130. 37 Stück einer Holzzelle mit Tangentialtüpfeln und daneben Zellen eines Markstrahls mit punktförmigen Tüpfeln, vergr. 280. 38 tangentialer Schnitt mit einem spindelförmigen Markstrahl, welcher einen Harzgang einschliesst; die Holzzellen zeigen spiralförmige Streifung, vergr. 130. 39 Markstrahl mit Harzgang im tangentialen Durchschnitt, vergr. 160. 40 radialer Längsschnitt, vergr. 280. 41 radialer Längsschnitt; bei *a* paarweise stehende Tüpfel, vergr. 130. 42 Stück einer Holzzelle mit alternirenden Tüpfeln, vergr. 280. 43 breiter Markstrahl aus einer Zellreihe bestehend, mit kleinen spaltenförmigen Tüpfeln, mit 2 Harzklumpen im Innenraum und 2 schrägen getüpfelten Scheidewänden, vergr. 280.

Fig. 44—49. *Cupressinoxylon* (*Glyptostrobus?*) *Neosibiricum* n. sp. 44 Querschnitt; bei *h* Herbstholz, vergr. 130. 45 Markstrahlzelle aus dem Querschnitt stärker vergr., um die grossen Tüpfel zu zeigen, vergr. 280. 46 radialer Längsschnitt mit Harzzellen, vergr. 130. 47 tangentialer Längsschnitt, vergr. 130. 48 Stück einer Holzzelle und Markstrahlzellen aus einem tangentialen Längsschnitt, vergr. 280. 49 radialer Längsschnitt, vergr. 160.



Autor delin.

Lith. R. Koch. W.O. 1 Lin. No 44 St Petersburg.

A 8262
.S82

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 6.

NADEL-INCLINATORIUM

MODIFICIRTER CONSTRUCTION.

VON

H. Wild.

(Mit 8 Tafeln.)

Lu le 30 janvier 1890.

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 90 Kop. = 2 Mark 25 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIe SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 6.

NADEL-INCLINATORIUM

MODIFICIRTER CONSTRUCTION.

VON

H. Wild.

(Mit 8 Tafeln.)

Lu le 30 janvier 1890.

209878
Aug. 1890

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 90 Kop. = 2 Mark 25 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Février 1890. C. Vessélofski, Secrétaire.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.

Die Untersuchungen des Herrn E. Leyst über Nadel-Inclinatorien im Observatorium zu Pawlowsk [1]) sowie die seither gemachten Erfahrungen daselbst über offenbare Veränderungen der Correctionen der Nadeln unseres Inclinatoriums von Dover und vielleicht auch des letzteren selbst [2]) liessen die Beschaffung eines besseren und vor Allem allseitig justirbaren Instrumentes dieser Art für dringend geboten erscheinen.

Das physikalische Central-Observatorium besass allerdings schon seit Anfang der sechziger Jahre ein grösseres Nadel-Inclinatorium von Repsold in Hamburg genau der Construction, wie sie Kreil in seinem «Entwurf eines meteorologischen Beobachtungssystems für die oesterreichische Monarchie» S. 87 und folg. ausführlich beschrieben und auf Tab. IX abgebildet hat. Leider kann ich aber in Betreff unseres Instruments nicht in das Lob einstimmen, welches Kreil (S. 91, l. c.) seinem Exemplar gespendet hat. Obschon ich keine eigentliche Beschädigung am Instrumente entdecken konnte, als ich es im Herbst 1868 in meine Hände bekam, so ist es mir und Anderen doch niemals gelungen, damit irgend eine brauchbare, mit den Messungen an unseren übrigen Inclinatorien vergleichbare absolute Inclinationsbestimmung zu erhalten. Als Hauptfehlerquellen muss ich das grosse Gewicht der beigegebenen Nadeln, die geringe Stabilität der drehbaren, die Achat-Lager der Nadelaxe tragenden vertikalen rohrförmigen Säule und vor Allem den bedeutenden Eisengehalt fast aller Messingtheile des Instruments, glücklicher Weise mit Ausnahme des Vertikalkreises und seiner Alhidade, bezeichnen. Hauptsächlich wegen dieses Eisengehaltes gab ich den ersten Gedanken an eine Umarbeitung dieses Inclinatoriums bald auf und beschloss in der Werkstätte des physikalishen Central-Observatoriums durch Herrn Mechaniker Freiberg ein ganz neues Instrument dieser Art anfertigen zu lassen, bei welchem vom alten bloss der Vertikalkreis mit seiner Alhidade und die Fadenplatten nebst Ocularen der Einstellmikroskope beibehalten wurden.

---

1) Wild, Repertorium für Meteorologie, Bd. X, № 5. 1886.

2) Annalen des physikal. Central-Observatoriums, Theil I. Einleitung für 1887, S. XXX, für 1888, S. XXXII.

In dieser Weise ist das neue, hier zu beschreibende Instrument im Laufe der beiden Jahre 1887 und 1888 in unserer Werkstätte construirt worden, wobei unter Herrn Freiberg's Leitung hauptsächlich Herr Domoroschtschew die Ausführung besorgte. Herr Freiberg hat selbst einige delicate Theile, insbesondere die Axen der Nadeln ausgearbeitet. Im Sommer 1889 habe ich dasselbe im Observatorium in Pawlowsk endgültig justirt und in den regelmässigen Gebrauch eingeführt, wobei es sich in jeder Beziehung bewährte.

1. Beschreibung des neuen Instrumentes und der zugehörigen Hülfsapparate.

Das neue Instrument ist in der Tafel I von der Vertikalkreis-Seite aus und in Tafel II von der hinteren Seite aus nach photographischen Aufnahmen phototypisch durch Herrn W. Stein dargestellt.

Ueber den Dreifuss mit Stellschrauben und den Horizontalkreis ist weiter nicht viel zu sagen, als dass der letztere einem älteren, ausser Gebrauch gesetzten und daher auch defecten Declinatorium von Gambey entnommen ist. Er hat 288 mm. äusseren Durchmesser, ist auf Silber von 10 zu 10 Minuten getheilt, sehr gut erhalten und die beiden Flügelnonien der an der Vertikalaxe sitzenden Alhidade lassen einzelne Minuten direct ablesen. Die Klemme dieser Alhidade hat, wie die Figur zeigt, die gewöhnliche Einrichtung.

Auf der von unten durch eine Feder zu entlastenden Vertikalaxe, die oben in einer grösseren Kreisscheibe endigt, ist die entsprechende Basis des das Gehäuse bildenden grossen Messingringes aufgesetzt und durch vier Schrauben fest verbunden. Dieser in seiner Wandung bloss 2,5 mm. dicke Ring hat an beiden Rändern angegossene Verstärkungsrippen, welche mit der erwähnten Basis vom Guss her zusammenhangen. Sie sind senkrecht zur Axe des Gehäuses eben abgedreht und auf den einen ist ein, eine Verschlussglasplatte umfassender Messingring dicht aufzusetzen und durch zwei Schrauben mit ränderirten Köpfen (siehe Tafel II) festzuklemmen. Diese Schrauben werden durch, über ihren Hals greifende Klammern nach dem Losschrauben festgehalten, können also nicht fallen und, um dabei auch ein Herabgleiten des Ringes auf den Horizontalkreis zu vermeiden, wird derselbe unten noch durch einen am Gehäuse angeschraubten cylindrischen Stift, der durch ein Loch im Ring willig durchgeht, gehalten und kann erst nach dem Abgleiten von diesem weggelegt werden. Die Glasplatte ist auf einem etwa 30 mm. breiten concentrischen Ring mattgeschliffen.

Auf der anderen Seite des Gehäuses besitzt dasselbe im Innern 20 mm. vom Rande entfernt eine 10 mm. dicke und 16 mm. nach innen vorragende Rippe, auf welcher ein bis zu ihrer halben Dicke reichender 10 mm. breiter Falz angedreht ist. In diesen Falz passt die nahe 5 mm. dicke kreisrunde Verschlussglasplatte dieser Gehäuse-Seite und wird zu dem Ende vermittelst eines Ringes von 16 mm. Breite und 3 mm. Dicke angeklemmt, der am inneren Rand der Rippe durch eine grosse Zahl versenkter Schrauben befestigt ist. Sowohl

bei dieser wie bei der ähnlich befestigten Glasplatte des abnehmbaren Deckels sind zur Ausgleichung des Druckes je zwischen Messing und Glas Tuchstreifen eingelegt. So stellt denn das Gehäuse des Inclinatoriums einen Cylinder mit Glas als Grundflächen und Messing als Mantel dar, der einen Hohlraum von 320 mm. Durchmesser und 85 mm. Tiefe umschliesst, während die äussere Breite der ganzen Büchse 121 mm. beträgt.

Im Centrum der festen Glasplatte und damit auch im Centrum der ganzen Messingbüchse ist nach aussen hin der Vertikalkreis und innen eine Messingplatte befestigt, welche die Lager für die Nadel trägt. Zu dem Ende ist die Glasplatte durchbohrt und die letztere Platte einerseits, die Basis des Kreiscentrums andererseits, vermittelst eines, von dieser durch die Oeffnung und die Platte durchgehenden Bolzens durch Anziehen einer Mutter mit untergelegter Scheibe am Ende des letzteren an die Glasplatte fest angepresst; eine Zwischenlage von Schreibpapier vertheilt wieder den Druck. Excentrisch ist die innere Messingplatte ausserdem noch zur Verhütung von Drehungen derselben vermittelst einer die Glasplatte durchsetzenden Schraube befestigt.

Der Vertikalkreis mit seiner Alhidade und ihrer Klemme entspricht, da er vom alten Instrument genommen ist, vollkommen der von Kreil (l. c.) gegebenen Beschreibung, ebenso auch die an der Alhidade befestigten Mikroskophalter und Mikroskope selbst, die genau den früheren nachgebildet sind, mit dem einzigen Unterschiede, dass durch Verlängerung der Röhren und Anwendung neuer achromatischer Objective jetzt eine doppelt so starke Vergrösserung der Bilder durch die Objective erzielt ist, so dass nunmehr der Fadendistanz der beibehaltenen Fadennetze aus den früheren Einstellmikroskopen statt 10 bloss 5 Bogenminuten entsprechen, also 2 Faden Intervalle auf ein Intervall der Kreistheilung fallen. Die Nonien lassen wie früher direct 0′5 ablesen und überdies 0′25 leicht schätzen, da ich die frühere Ablesung derselben mit Lupen durch eine solche mit schwachvergrössernden Mikroskopen ersetzen liess, welche ebenfalls an den Haltern der Einstellungs-Mikroskope befestigt sind und mit ihren Ocularen zur Bequemlichkeit des Beobachters nahe in dieselbe Vertikalebene wie die der letzteren fallen.

An der Messingplatte auf der inneren Seite der Glasplatte ist zunächst durch eine Schraube oben ein zweites an ihr anliegendes Messingstück befestigt, welches unten zwischen zwei von vorstehenden Nasen der ersteren getragene Schrauben geklemmt ist und mittelst dieser nach Lösung der ersteren Schraube um diese etwas gedreht und endlich auch in vertikalem Sinne durch eine vierte Schraube etwas verschoben werden kann, welche Schraube ebenfalls in einer vorstehenden Nase der ersteren Platte sitzt. Dieses Messingstück mit ebener Rückwand ist vorn, d. h. gegen die abnehmbare Gehäuseseite hin, ausgehöhlt und trägt oben einen konischen Ring, auf dessen vorderer und hinterer Kante die als Lager für die Nadelaxen bestimmten Achatschneiden befestigt sind. In der viertelcylindrischen Aushöhlung aber lässt sich ein zweiter ähnlicher Körper auf- und abschieben, der an seinem oberen Ende ebenfalls einen konischen Ring innerhalb des ersteren trägt. Dieser Ring besteht aus zwei in einander gepassten Theilen, von denen der obere vermittelst einer Zahnung an seinem Rand

und einer seitlich aus dem Gehäuse herausragenden Stange mit Getriebe (die höhere Stange in den Tafeln) gedreht werden kann, so dass die an seinem oberen Rand vorn und hinten befestigten y-förmigen Pfannen zum Fassen der dicken Zapfen der Nadeln und Abheben der dünneren Zapfen von den Achatschneiden, um 180° gedreht werden können. Die Grösse dieser Drehung wird durch einen seitlichen, an diesem drehbaren Theil befestigten Hebel limitirt, der gegen justirbare Schraubenspitzen an einem Querarm des festen Messingstücks anschlägt. Die Hebung und Senkung des Schlittens mit den Pfannen oder dem Arretirungsstuhl erfolgt durch die in Tafel II links [1]) sichtbare Stange mit ränderirtem Kopf aussen am Gehäuse, welche beim Drehen einen Keil in einem Ausschnitt des Schlittens verschiebt. Nur wenn bei dieser Verschiebung der Schlitten resp. der Arretirungsstuhl die höchste Lage einnimmt resp. die Nadel ganz von ihren Lagern abgehoben hat, greift das Getriebe in die Zahnung des Stuhles ein und kann somit diesen drehen. In jeder anderen Lage des Schlittens findet dies nicht statt, so dass alsdann durch ein Drehen der Getriebestange aus Versehen der Stuhl nicht bewegt wird, also auch keine Beschädigung der Nadelaxen erfolgen kann.

Auf solche Weise ist also erzielt, dass das Lager für die Nadeln im Centrum derselben Glasplatte zusammen mit dem Vertikalkreis befestigt ist, also keine gegenseitige Verschiebung beider erfolgen kann und dass dabei die Nadelenden in jeder Lage derselben nicht in die unmittelbare Nähe von Messingstützen gelangen. Allerdings wird durch die ringförmige Gestalt des Lagers die Bewegung der Magnetnadel auf einen Winkel von $\pm 22°$ von der Vertikalen aus beschränkt, was indessen gegenüber den unbestreitbaren Vorzügen dieser Construction nur für niedrigere Breiten als Nachtheil zu bezeichnen ist. An Orten nämlich, wo die Inclination kleiner als 70° ist, braucht man nur statt im magnetischen Meridian in einem solchen Azimut a dazu die Messung anzustellen, dass eben die Nadel angenähert jene Neigung zeigt. Heissen wir die so beobachtete Neigung i', so ist dann bekanntlich die wahre Inclination i gegeben durch:

1. $$\operatorname{tang} i = \operatorname{tang} i' . \cos a,$$

wo das Azimut a vermittelst des Horizontalkreises zu bestimmen ist. Um zu erfahren, bis zu welchen kleinsten Werthen der Inclination diese Methode noch praktisch verwendbar ist, differentiren wir die obige Gleichung nach i und a und finden so:

2. $$\partial a = \partial i \frac{1 + \operatorname{tg}^2 i' . \cos^2 a}{\operatorname{tg} i' . \sin a}$$

Nehmen wir an, dass man die absolute Inclination i mit einer Genauigkeit von $\partial i = \pm 0',1$ zu erhalten wünsche und stets $i' = 70°$ sei, so ergeben sich für verschiedene Azimute a folgende Werthe von i und ∂a:

---

1) In Wirklichkeit befindet sich diese Stange mit Kopf rechts von dem vor dem Vertikalkreis sitzenden Beobachter, da bei der Aufnahme links und rechts vertauscht worden sind.

a	i	∂a
1°	69°59′50″	±17,″8
15	69 21	1,13
30	67 12	0,48
45	62 46	0,25
60	53 57	0,12
68	45 50	0,08
75	35 25	0,06

Für niedrigere Breiten, wo die Inclination erheblich kleiner als 70° ist, müsste also die Verniere am Horizontalkreis statt bloss 1′, wie bei unserem Instrument, direct mindestens 10″ ablesen und 5″ schätzen lassen. Dies würde bei unserem grossen in 10′ getheilten Horizontal-Kreis noch recht gut möglich sein. Aber auch dann wird man höchstens noch Inclinationen bis herunter zu 45° bei unserer Construction messen können, welche Grenze übrigens für das gesammte russische Reich nicht überschritten wird. Für die zweite Hälfte von Inclinationswerthen, nämlich von 45° bis 0°, wird man an die frühere von Kreil beschriebene Einrichtung des Stuhls mit kleinen Verbesserungen desselben sich halten müssen. So wird man passend die Drehbarkeit der Achatlager aufgeben und dagegen für die Drehung der Arretirung eine sicherer functionirende Axe einführen, endlich die Säulen oder Träger des Stuhls und der Arretirung vielleicht aus Glas statt aus Messing anfertigen.

Zur Nivellirung des Instruments befindet sich im Innern des Gehäuses unterhalb des Stuhls ein Niveau, dessen Parswerth zwischen 17 und 23 Skalentheilen Blasenmitte nach Untersuchung mit dem Niveauprüfer beträgt:

$$1 \text{ pars} = 18,''8.$$

Vertikal über der Mitte des Nadelstuhls ist endlich das Gehäuse durchbohrt und in die 48 mm. weite Oeffnung ein vertikaler aufgeschnittener Cylinder von gleicher Weite und 55 mm. Höhe eingesetzt, der durch einen einzuschiebenden und vermittelst einer Klemme (siehe Tafel II) zu fixirenden Deckel zu verschliessen ist.

In diese Oeffnung schiebt sich die Röhre mit Zange ein, welche zum Einlegen und Herausnehmen der Nadel aus dem Instrument sowie als Halter beim Magnetisiren derselben bestimmt ist. Diese Röhre ist in Tafel II unten links neben dem Dreifuss zu sehen und in Tafel III in natürlicher Grösse im Durchschnitt zusammen mit der oberen Hälfte der Magnetnadel dargestellt.

Die äussere cylindrische Röhre $a\,a\,a'a'$ hat am oberen Ende einen Ansatz A, mit welchem sie sich auf den Rand der cylindrischen Rohr-Oeffnung $b\,b$ des Gehäuses stützt. Eine an ihr angebrachte Nase fällt dabei in einen passenden Ausschnitt der Rohr-Oeffnung ein und giebt so der Röhre eine bestimmte Lage zum Gehäuse. Mit einer weiteren aufgeschraubten Fassung $C\,C$ stösst eine, in die äussere genau eingepasste zweite Röhre $c\,c\,c'c'$ auf

den Rand $a\,a$ der äusseren auf, wobei die unteren Enden a' und c' zusammenfallen. Beim Anfassen an CC unter Festhalten von $A\,A$ oder Klemmen dieses Rohrs in $b\,b$ lässt sich die innere Röhre aus der äusseren herausziehen, wobei durch eine Nut und einen in sie eingreifenden Stift eine Drehung beider gegeneinander verhindert und schliesslich durch eine in die Oeffnung einfallende Feder das Herausziehen begrenzt wird. Vermittelst der Schraube d mit Kopf D ist sodann im Innern der Röhre c eine dritte $e\,e$ zu verschieben, welche am Ende ihrer Fortsätze $e'e'$ die Nasen $E\,E$ mit abgeschrägten Endflächen trägt. Mit diesen schiefen Flächen berühren sie entsprechend geneigte Flächen zweier seitlicher Federn $f\,f$, die bei $f'f'$ an der Rohrwandung c festgeschraubt sind und unten bei F mit Leder $l\,l$ gefütterte Backen und beiderseits an diese angeschraubte (daher punktirt) vergoldete Haken h besitzen. Dreht man nun die Schraube D entgegen der Bewegung eines Uhrzeigers, so schiebt sie vermittelst der oben an der Röhre e sitzenden Mutter m die Röhre e herunter und die Nasen E werden dann die Federn f und damit die Backen F gegen die Axe der Röhre hinbiegen, bis sie die dort befindliche Magnetnadel $N\,N$ wie eine Zange zwischen sich fassen, wobei ausserdem die Haken h sich beiderseits um den dickeren Theil der Nadel-Axe n legen. Hierdurch wird ein Herausfallen der Nadel aus der Zange in dem Fall verhütet, wo man die Backen F nicht genügend an die Nadelseiten angepresst hätte. Die Backen besitzen übrigens in ihrer Mitte den Kanten der Nadeln angepasste Rinnen, welche ihnen beim Fassen eine ganz bestimmte Lage in der Zange sichern.

Alle Dimensionen sind nun so bemessen, dass die in das Gehäuse von oben eingesetzte Zange mit dem Haken h die Axe n und mit den Backen F die Seiten der Nadel beim Zudrehen eben richtig fasst, wenn die Nadel durch die Arretirung in die höchste Lage gebracht ist; dass sie dabei vertikal stehen, also das Gehäuse in das Azimut von 90° zum magnetischen Meridian gebracht sein muss, versteht sich von selbst. Hat man so die Nadel mit der Zange gefasst, so zieht man, wie oben bemerkt, die Röhre c aus ihrer Hülle a bis zur erwähnten Grenze heraus, welche so bemessen ist, dass dabei der ganze untere Theil der Nadel in die Umhüllungsröhre $a\,a'$ eintritt. Alsdann lässt sich nach Lösen der Klemme an der Röhre $b\,b$ die ganze Zangen-Röhre mit der eingeschlossenen Nadel aus dem Apparat herausziehen, ohne ein Anstossen der Nadel befürchten zu müssen. Zum Abschluss der Röhre und Schutz der Nadel darin gegen Staub, kann endlich in die Oeffnung $a'\,a'$ noch ein Deckel eingeschoben werden.

Will man aber die Nadel nicht weglegen, sondern für den weiteren Gebrauch ummagnetisiren, so wird das Ende der Röhre a in eine passende weitere Röhre eingeschoben, welche in Tafel II unten rechts vor dem Dreifuss abgebildet ist. Ein seitlicher Stift an der Röhre a, der in einen Schlitz der fraglichen Röhre einfällt, limitirt das Einschieben durch Anstossen am Grund des Schlitzes und sichert damit zugleich der Röhre a stets dieselbe Lage in der Umhüllungsröhre. Diese Lage ist dabei der Art, dass beim weiteren Einschieben der Röhre c in a (unter Niederdrücken der hemmenden Feder) bis zum Anstossen von C auf A (gemäss der Tafel III) die Nadelaxe alsdann genau in die Mitte der Umhüllungsröhre,

gegenüber den durch Glimmerblättchen verschlossenen runden Fenstern daselbst zu liegen kommt und so von aussen beobachtet werden kann. Vorher schon ist von der andern Seite her eine ganz gleiche Röhren-Zange in das Umhüllungs- oder Verbindungsrohr beider eingesetzt worden, wobei Schlitz und Stift dieser zweiten Zange so angeordnet sind, dass die letztere mit ihren Backen und Hacken denen der erstern parallel zu liegen kommt und die Magnetnadel, wenn man sich dieselbe in ihnen geklemmt denkt, genau an dieselbe Stelle der Umhüllungsröhre gegenüber den Fenstern fiele. Damit die Nadel beim Einschieben der Röhre *c* in *a* von der ersten Zange nicht an die Hacken und Backen der zweiten anstosse, müssen die letztern selbstverständlich geöffnet sein resp. die Stellung von Tafel III haben und ausserdem müssen die Hacken *a* der zweiten Zange beiderseits näher der Nadel oder weiter von ihr stehen, als die der ersten, damit sie aneinander vorbeigehen können.

Wenn also die beiden Zangen in die Verbindungsröhre eingeschoben sind, so stellen sie eine ganz geschlossene Röhre von symmetrischer Form dar, in deren Axe die Magnetnadel ebenfalls in symmetrischer Stellung zu den Enden der umhüllenden Röhre befestigt ist. Zum Ummagnetisiren der Nadel wird nun diese ganze Röhre in eine auf einen Kupfercylinder aufgewickelte Drahtspirale (siehe Tafel I links unten) eingeschoben, deren innerer Durchmesser wenig grösser als derjenige der Scheibe *CC* der Zangen ist und deren Länge so bemessen ist, dass sie die Gesammtröhre nahe von der Scheibe *AA* der einen Zange bis zu derjenigen der andern umschliesst. Der mit Seide besponnene Kupferdraht ist 5 mm. dick und in 4 Lagen von je 60 Windungen aufgewickelt. Verbindet man die Enden dieser Spirale von geringem innerem Widerstande durch kurze Drähte mit den Polen zweier, hintereinander geschalteter mässig grosser, gut geladener Accumulatoren, so erhält man einen Strom von 17—19 Ampère, der bei einem bloss 30^s dauernden Schluss die Nadel nahezu bis zur Sättigung magnetisirt. Besondere Versuche ergaben, dass das magnetische Moment der Nadel nur um 5 Procent zunahm, als man die Stromstärke von 17 auf 25 Ampère steigerte.

Nachdem so die Nadel ummagnetisirt ist, kann sie offenbar nicht unmittelbar mit der Zange, mit welcher man sie aus dem Inclinatorium herausgeholt hat, wieder in dasselbe eingesetzt werden, weil jetzt der Nordpol nach oben zu stehen käme und die Nadel des Stuhles wegen nicht durchschlagen kann. Damit man sie nun zu dem Ende nicht aus der Zange herausnehmen und in entgegengesetzter Lage wieder in dieselbe hineinlegen müsse, sind eben die zweite gleiche Zange und die Verbindungsröhre beider angefertigt worden. Man hat alsdann bloss die zweite Zange durch Drehen an ihrem Kopf *D* ebenfalls zu schliessen, die Nadel also mit ihr zu fassen, die erste Zange zu lösen und mit der zweiten nach erfolgtem Hineinziehen der Nadel in ihre Umhüllungsröhre die Nadel aus der Verbindungsröhre herauszunehmen und in das Inclinatorium einzuführen. Schiebt man dann dort die innere Röhre wieder herunter, so kommt der dicke Theil der Nadelzapfen eben auf die Arretirungseinschnitte zu liegen und beim Lösen der Zange legt sich die Nadel vollends ganz sanft in diese ein, worauf man die Röhren-Zange aus dem Apparat entfernt und den Deckel auf die entsprechende Oeffnung des Gehäuses aufsetzen kann.

Hiernach braucht also die Magnetnadel nur jeweilen dann mit den (behandschuhten) Händen direct angefasst zu werden, wenn man sie behufs einer Beobachtung aus ihrem Etui in die Zange einlegen oder aus dieser am Schluss der Beobachtung wieder in das Etui deponiren will.

Die Magnetnadeln selbst haben die in Tafel III (etwas mehr als ihrer Hälfte nach) dargestellte Gestalt. Sie sind von Spitze zu Spitze 265 mm. lang, in der Mitte 10 und 6 mm. von den Spitzen nach 6 mm. breit, endlich überall 0,8 mm. dick. Die Axe der Nadeln ist je 37 mm. lang, von welcher die dünnsten Zapfen-Theile an beiden Enden je 3,5 mm lang und 0,428 mm. dick sind; darauf folgen 1,7 mm. lange und 1,7 mm. dicke ebenfalls noch zu Hochglanz polirte Zapfen-Theile und sodann die eigentliche 26,6 mm. lange und 3,0 mm. dicke Axe, die in eine 10 mm. breite Messingscheibe eingeschraubt ist und vermittelst dieser nach Durchstecken durch die angepasste Oeffnung in der Nadel durch zwei Schräubchen mit der Nadel fest verbunden wird. Die dünnsten Theile der Zapfen kommen beim Gebrauch auf die Achatschneiden der Lager und die nächst dickeren auf die y-förmigen Ausschnitte, die sogen. Pfannen, des Arretirungsstuhles zu liegen. In einer Entfernung von 17,5 mm. von den Spitzen oder also einem gegenseitigen Abstand von 230 mm. besitzen die Nadeln mit Messingplättchen ausgefüllte kleine Löcher, welche Messingplättchen selbst von beiden Seiten ebenfalls konisch angebohrt sind, so dass im mittleren Längsquerschnitt der Nadeln kreisrunde Oeffnungen von 0,16 bis 0,32 mm. Durchmesser (bei unsern 4 Nadeln) sich bildeten. Die Einstellung des Mittelfadens in den Mikroskopen auf die Mitte dieser Oeffnungen ist bei den kleinern Kreisen nur wenig genauer als bei den grössern und die Unsicherheit derselben ist jedenfalls nicht grösser als 0′,25.

Die Nadeln sind ebenso wie die Axen aus naturhartem Wolfram-Stahl der Gebrüder Böhler hergestellt und glashart gemacht, worauf die Axen behufs besserer Bearbeitung dunkelgelb angelassen wurden. Ohne Axen wiegen die Nadeln 14 g. und die Axen je 2 Gramm. Das magnetische Moment der erst angefertigten schwächsten, mit I bezeichneten Nadel beträgt: $10^{7}0{,}897$ (mm . mg . s.) oder also pro 1 Gramm : $10^{6}0{,}640$, das der stärksten mit III bezeichneten Nadel : $10^{7}1{,}220$ oder also pro 1 Gramm : $10^{6}0{,}872$, was einen sehr hohen specifischen Magnetismus repräsentirt.

Alle Theile des Instruments sind auf's schärfste sowohl nach ihrer Vollendung als vorher bezüglich des dazu verwendeten Materials auf *Eisenfreiheit* vermittelst der anderswo bereits erwähnten Apparate[1]) geprüft worden.

1) Annalen des physikal. Central-Observatoriums für 1885. I. Theil. Einleitung S. VII.

2. Justirung des neuen Instruments.

a) Wenn vermittelst der Stellschrauben am Dreifuss nach dem Niveau der Horizontalkreis genau horizontal resp. die Drehungsaxe des Nadel-Gehäuses genau vertikal gemacht ist, so soll der Vertikalkreis genau vertikal resp. die Drehungsaxe seiner Alhidade genau horizontal sein.

Um dies zu verificiren, wurde nach Nivellirung des Instruments von der Mitte des Deckels der oberen Gehäuse-Oeffnung ein kleines, an einem sehr feinen Coconfaden befestigtes Senkel im Innern des Gehäuses bis nahe zum Boden desselben herabgehängt und durch geringe Schiebung desselben vor- oder rückwärts bewirkt, dass ein ganz scharfes Bild des Fadens z. B. im oberen der beiden Mikroskope erhalten wurde. Die Axe der Alhidade ist dann genau genug horizontal, wenn die Schärfe des Fadenbildes in diesem Mikroskop dieselbe bleibt, nachdem man die Alhidade mit den Mikroskopen um 180° umgedreht hat, so dass also das obere Mikroskop jetzt nach unten zu stehen kommt. Um dies zu erzielen, musste ich auf der einen Seite der den Kreis tragenden Glasplatte im Innern des sie haltenden Rahmens unten dünnes Schreibpapier einlegen. Da die Mikroskope eine Verschiebung des Objects in der Richtung ihrer optischen Axe um 0,1 mm. noch erkennen lassen, so kann also bei dieser Justirung der übrig bleibende Fehler nur $\pm$ 0,1 mm. auf 230 mm. betragen haben, was einem Neigungswinkel von $\pm$ 1′5 der Alhidaden-Axe zur Horizontalen entsprechen würde.

b) Die optischen, durch den Mittelfaden der Fadenkreuze definirten Axen der beiden Mikroskope sollen in eine und dieselbe, durch die Drehungsaxe der Alhidade gelegte Ebene fallen.

Mit Hülfe des erwähnten Senkels wurden zu dem Ende die beiden Mikroskope unter gleichzeitigen kleinen seitlichen Verrückungen des ersteren so lange vermittelst der an ihren Lagern angebrachten Schrauben justirt, bis der Mittelfaden des oberen und unteren Mikroskops das Senkel bisectirte und hieran nichts geändert wurde, wenn man die Alhidade um 180° umdrehte.

Nachher justirte man auch gleich noch bei der vertikalen Stellung der Verbindungslinie der Mikroskope die Flügel-Nonien der Alhidade so, dass sie genau um 180° differirende Ablesungen am Vertikalkreis ergaben.

c) Die beiden Achatschneiden der Axen-Lager sollen mit ihren oberen Kanten der ganzen Länge nach in ein und dieselbe Horizontalebene fallen.

Um zunächst ihre Parallelität zu untersuchen wurde eine kleine, unten angeschliffene Längslibelle, bei welcher ein Theil den Werth von 30″ hatte, der Quere nach auf beide Schneiden gelegt und zugesehen, ob sie an beiden Enden und in der Mitte derselben dieselbe Angabe mache. So weit hiebei die Schätzung der Stellung der Blasenenden reichte d. h. bis zu ungefähr 0,2 Scalentheil oder also 0′1 war dies wirklich der Fall. Darauf legte ich eine

optisch auf ihre Planität und den Parallelismus der beiden Flächen genau untersuchte Glasplatte (von Steinheil in München) auf die beiden Schneiden, wobei ihr Parallelismus neuerdings zu constatiren war, setzte dasselbe Niveau der Quere nach auf die Platte und constatirte so zunächst, dass beide Schneiden genau genug gleich hoch seien d. h. eine Ebene durch sie mit der horizontalen Axe des Vertikalkreises keinen grössern Winkel als 0′,25 bilde. Wäre der Fehler grösser gewesen, so hätte ich zur Correction die beiden Schrauben, welche das ganze Lager an der Glasplatte befestigen etwas lösen und oben oder unten zwischen diese und die Metallplatte etwas Papier oder Staniol unterlegen müssen. Nach Umdrehung des Niveaus in die zu den Schneiden parallele Lage justirte ich vermittelst der beiden S. 3 erwähnten seitlichen Schrauben, die unten auf das um eine horizontale Axe drehbare, eigentliche Lagerstück einwirken, das letztere so lange, bis das Niveau wieder mit einer Genauigkeit von 0′,25 einstand, somit die Schneiden auch ihrer Länge nach mit dieser Sicherheit horizontal waren.

d) Die Drehungsaxe der Inclinationsnadel, soll, wenn man sie mit dem Stuhl durch Lösen der Arretirung auf die Achatschneiden aufgesetzt hat, in die Verlängerung der Drehungsaxe der Alhidade fallen.

Von der Erfüllung dieser Bedingung überzeugte ich mich auf folgende Weise. Nach Aufsetzen einer der Nadeln in vertikaler Stellung auf die Schneiden wurden zunächst beide Mikroskope mit den hiefür vorhandenen Correctionsschrauben so justirt, dass die Mitte ihrer Fadenkreuze je mit der Mitte der einen, etwa der oberen Nadelöffnung coincidirte, also die optischen Axen der erstern in der Nadelebene beim Umdrehen der Alhidade einen und denselben Kreis um deren Axe beschreiben. Wenn hierauf das eine Mikroskop bei der oberen Nadelöffnung und das andere zugleich bei der unteren die erwähnte Coincidenz zeigt, so ist dies offenbar zunächst ein Beweis dafür, dass die Nadelaxe in dieselbe Horizontalebene mit der Drehungsaxe der Alhidade fällt, unter der Voraussetzung allerdings, dass die Centren der beiden Nadelöffnungen von ihrer Axe gleich weit abstehen. Davon überzeugt man sich aber leicht durch einfache Umkehrung der Nadel, so dass das bisherige obere Ende derselben nach unten zu liegen kommt; es muss dann die Coincidenz von Fadenkreuz-Mitte und Loch-Mitte erhalten bleiben. Dies ist bei allen unseren Nadeln genau genug der Fall. Dagegen musste ich, um die Nadelaxe auf die richtige Höhe zu bringen, vermittelst der unteren Corrections-Schraube an der Messingplatte das Lagerstück etwas heben.

Legt man darauf die Magnetnadel so auf die Lager, dass ihre Längsaxe horizontal zu liegen kommt, so kann man sich in gleicher Weise versichern, ob im Horizont die Mitte der Nadel in die Verlängerung der Drehungsaxe der Alhidade falle resp. durch eventuelle seitliche Verschiebung des Lagerstückes dies erreichen. Wenn dann bei dieser Lage der Axe zugleich beide Mikroskope gleich scharfe Bilder der Nadelöffnungen ergeben, und dies auch nach Umlegen der Nadel um 180° resp. Vertauschen von Links und Rechts der Fall ist, so wird die Nadelaxe nicht bloss senkrecht zur Verbindungslinie der Lochmitten der Nadel sein, sondern auch ganz mit der Verlängerung der Alhidaden-Axe zusammen-

fallen. Ein Fehler in dieser Beziehung entspricht einer unrichtigen Stellung der Anschlagschrauben für den Hebelarm am drehbaren Theil des Arretirungsstuhls und kann also leicht durch Drehen dieser Anschlagschrauben in der einen und anderen Stellung des Arms corrigirt werden. Man kann auch die richtige Stellung der Axen-Pfannen bloss in der einen Lage des Hebelarms auf diese Weise erzielen und die genaue Drehung derselben um 180° bis zum Anschlag des Hebels auf der anderen Seite dadurch justiren, dass man auf den Arretirungsstuhl eine planparallele Glasplatte vertikal aufstellt, welche sich mit demselben dreht. Der Stuhl hat dann beim Drehen von einem Anschlag des Hebels zu anderen genau einen Winkel von 180° beschrieben, wenn die beiden Seiten der Glasplatte abwechselnd einen und denselben Punkt an dieselbe Stelle des Gesichtsfeldes eines vor derselben aufgestellten Fernrohrs reflectiren.

e) Die als Drehungsaxe dienenden dünnsten Zapfentheile der Nadeln sollen je gleich dick und kreisrund sein und ihre Axe genau senkrecht auf der Längsaxe der Nadel stehen. Nach den Abmessungen der fraglichen Nadelzapfen mit einem, 0,001 mm. anzeigenden Dickemesser mit Fühlhebel erwiesen sich dieselben an den, auf den Achatschneiden aufliegenden Stellen bis auf $\pm$ 0,001 mm. als gleich dick und kreisrund. Die senkrechte Stellung aber der Nadelflächen zu ihren Axen erwies sich dadurch als befriedigend, dass alle beim Umlegen mit dem Pfannenhebel um 180° keine erhebliche Abnahme der Bildschärfe der Löcher erkennen liessen.

Wären alle diese Bedingungen genau erfüllt, so müssten offenbar bei jeder Stellung der Nadel, markirte Seite vorn oder hinten vom Beobachter aus, markirtes Ende oben oder unten, die Bilder der Nadel-Löcher in den Mikroskopen ganz scharf und gleichzeitig in beiden concentrisch zur Mitte der Fadenkreuze erscheinen. Bei einigen der 8 Stellungen der Nadel, in welche diese bei der Beobachtung gebracht wird, ist dies wirklich der Fall, bei anderen wird dagegen entweder das Bild des inneren Oeffnungsrandes etwas verschwommen oder die Mitte des Fadenkreuzes resp. der Kreuzungspunkt der Faden erscheint im Maximum bis zu 0,1 mm. excentrisch in der Oeffnung. Da alle Nadeln mehr oder minder diese Erscheinung zeigen, so folgt daraus, dass bei gewissen Stellungen die übrig gebliebenen Justirungsfehler sich in ihrer Wirkung offenbar summiren und so im Resultat eine grössere Abweichung hervorbringen, als jedem einzelnen zukommen kann. Immerhin erschien mir aber dieser restirende Fehler so klein, dass ich von einer nochmaligen, noch sorgfältigeren Justirung glaubte absehen zu dürfen.

3. Beobachtungen.

Das Inclinatorium wurde im Sommer 1889 im westlichen Saal des eisenfreien Pavillons für absolute magnetische Messungen im Observatorium zu Pawlowsk auf einem vom Fussboden des Zimmers isolirten Steinpfeiler vor dem westlichen Fenster aufgestellt.

Beleuchtung. Die Beleuchtung zur Ablesung des Horizontalkreises ist an dieser Stelle zu jeder Tageszeit und in jeder Lage des Gehäuses eine ganz ausreichende, für die Ablesung des Vertikalkreises ist sie dagegen unmittelbar nur dann genügend, wenn die Gehäuse-Seite mit dem mattgeschliffenen Ring auf der verschliessenden Glasplatte dem Fenster zugewendet ist, also der Vertikalkreis und der Beobachter im Osten sich befinden. Um bei der Lage des Vertikalkreises nach West von Osten her d. h. also aus dem Innern des Zimmers eine genügende Beleuchtung der Nonien vom matten Glasring aus zu erzielen, wurde an dieser Rückwand eine Store aus weisser Glanzperkale befestigt, welche zur Zeit der Beobachtung heruntergelassen und schräg gegen das Inclinatorium hin gespannt wird, so dass sie in Folge der Beleuchtung durch eine über ihr befindliche Laterne im Dach für das Inclinatorium einen sehr hellen Hintergrund darbietet. An dunkeln Wintertagen erwies sich indessen, sogar um die Mittagszeit, weder die eine noch die andere Beleuchtungsart ausreichend, um mit Sicherheit die Nonien des Vertikalkreises ablesen zu können. Die Beleuchtung wird aber vollkommen gut, wenn man in diesem Fall eine unserer messingenen Beobachtungslaternen — Handlaterne mit kleiner Oellampe und Linse auf der einen Seite — auf passenden Holzstativen hinter dem Inclinatorium in ungefähr 30 cm. Entfernung so aufstellt, dass die Strahlen der Lampe auf den kleinen Illuminator des jeweilen abzulesenden Nonius fallen. Selbstverständlich wird die Lampe nur je im Moment der Ablesung in die Nähe des Inclinatoriums gebracht.

Beruhigung der Magnetnadel. Um die Schwingungen der Magnetnadel im Gehäuse nach Lösung der Arretirung rasch und bequem zu beruhigen, ohne dabei eine Verschiebung derselben zu riskiren, ist ein mit Seide isoliter dünner Kupferdraht lose einmal um die kreisförmige Basis des Gehäuses und dreimal um das Rohr der oberen Oeffnung geschlungen und sind seine Enden dann zu einem, auf dem Steinpfeiler neben dem Dreifuss des Instruments stehenden Doppeltaster geführt, der gestattet durch Niederdrücken der einen oder anderen Taste den Strom eines Meidinger-Elements in der einen oder anderen Richtung durch den Draht zu schicken. Die Zuführungsleitung des Stromes zum Taster enthält noch einen Schlüssel, vermittelst dessen ein beträchtlicher Widerstand zur Schwächung des Stroms nach Belieben ein- und ausgeschaltet werden kann. Die gleichgerichteten Kreisströme oben und unten üben eine gleich grosse Wirkung auf die näheren Pole der Magnetnadel aus; während also ihre Drehungsmomente sich unterstützen, ist ihre schiebende Resultante Null. Es gelingt so die schwingende Nadel sehr rasch und sicher zu beruhigen.

Die Magnetisirungsspirale ist auf besonderen Trägern an der östlichen Zimmerwand fest aufgestellt und unmittelbar unter ihr sind zwei transportable Accumulatoren der Gesellschaft Jablotschkow in St. Petersburg placirt. In die kurze Leitung von ihnen zur Spirale ist ein Stromunterbrecher eingeschaltet, der zur Magnetisirung der Nadel in der Spirale zweimal je 15 Secunden, mit 5 Secunden Unterbrechung dazwischen, geschlossen wird. Die Stromstärke erwies sich dabei nach einem Amperimeter gleich 19 Ampère.

Controlirung des magnetischen Moments. Behufs Controlirung des magnetischen Moments der Nadel wird dieselbe jeweilen nach der Ummagnetisirung mit der Umhüllungsröhre in den anstossenden Centralsaal dieses Pavillons gebracht, dort auf einen ost-westlich orientirten Träger mit Anschlägen gelegt, so dass die Entfernung der Magnetmittelpunkte 770 mm. beträgt und die an einem kleinen suspendirten Magnet durch die Nadel bewirkte Ablenkung — halbe Differenz der Magnetstellungen vor und nach Umkehr der Inclinationsnadel um 180° — vermittelst Fernrohr und Scala beobachtet. Diese Ablenkungen betrugen in Scalentheilen für:

1889.	Nadel I.	Nadel II.	Nadel III.	Nadel IV.
August	221,0	235,0	302,0	283,5
December	219,5	233,5	301,0	282,0

Die Wirkung der Accumulatoren hat also in den 5 Monaten bei einem allwöchentlichen Stromesschluss von etwa 4 Minuten nur wenig abgenommen, so dass dieselben höchstens alle halbe Jahre aufzuladen sind. Der Unterschied des magnetischen Moments der Nadeln vor und nach dem Ummagnetisiren betrug in den extremsten Fällen nur eine 1,5 Scalentheilen entsprechende Grösse d. h. wenig mehr als $\frac{1}{2}$ Procent des ganzen magnetischen Moments und durchschnittlich nur die Hälfte dieser Grösse.

Schwerpunktsjustirung. Bei Vorversuchen im Juli und Anfangs August habe ich durch Abschleifen des schwereren Nadelendes mit einem Blaustein den Schwerpunkt aller Nadeln so justirt, dass bei Nadel I und III die vor und nach der Ummagnetisirung erhaltenen Inclinationswerthe nur 1 bis 3′, bei den Nadeln II und IV aber 10′ differirten.

Magnetischer Meridian. Nach dieser Berichtigung erfolgte die Bestimmung der Ablesung am Horizontalkreis, für welche die Drehungsaxe der Inclinationsnadel senkrecht auf dem magnetischen Meridian steht resp. also die Nadel im magnetischen Meridian liegt. Zu dem Ende war unter Benutzung des erwähnten Lothes die der vertikalen Stellung der Verbindungslinie beider Mikroskope (Mittelpunkte ihrer Fadenkreuze) entsprechende Ablesung am oberen Vernier des Vertikalkreises — 268° 51′,4 — bestimmt worden und bei dieser Lage des Verniers resp. der Alhidade des Vertikalkreises wurde jetzt die Nadel durch Drehen des Gehäuses in allen ihren möglichen Lagen zum Einstehen beim oberen Mikroskop gebracht und jeweilen die Verniere am Horizontalkreis abgelesen. Das Mittel dieser Ablesungen bei

jedem Vernier um 90° vermehrt resp. vermindert ergiebt die sogen. Meridianstellung. Sie wurde so am 4. Juli mit Nadel I für den Vernier I und II identisch = 258° 18′ resp. 78° 18′ gefunden.

Eine zweite entsprechende Bestimmung am 16. August mit Nadel III ergab ganz dasselbe Resultat.

Das Inclinatorium ist an seinem Standort in der Zwischenzeit zwischen den Beobachtungen stets senkrecht zum magnetischen Meridian und zwar mit dem Vertikalkreis nach Nord gewendet orientirt. Die Arretirung soll dabei stets gehoben werden und ihr Umkehrhebel an einem der Anschläge fest anliegen. Jeweilen vor Beginn der Beobachtungen werden mittelst eines langen Pinsels von der oberen Oeffnung aus die Achatschneiden und die Arretirungspfannen von Staub gereinigt.

Der Cylinder mit den beiden eingeschobenen Zangen in geöffnetem Zustande wird beständig auf einem Wand-Tischchen unterhalb der Magnetisirungsspirale im magnetischen Pavillon belassen.

Am Beobachtungstage bringt man die Zink-Schachtel, in welcher sich die zu benutzende Magnet-Nadel befindet (in einer Schachtel sind je 2 Nadeln nebeneinander eingelegt), aus dem Hauptgebäude, wo sie gewöhnlich aufbewahrt wird, eine Stunde vor Beginn der Beobachtungen in den magnetischen Pavillon für absolute Messungen und reinigt nach Oeffnen der Schachtel die Löcher an den Enden der fraglichen Nadel von beiden Seiten mit einem Haarpinsel. Darauf zieht man eine der Zangen aus der Verbindungsröhre heraus, hält sie mit der einen Hand in schwach geneigter Lage mit dem Schraubenende nach unten resp. der Oeffnung etwas höher, ergreift mit der anderen vermittelst eines Stückes reinen Leders oder Seidenpapiers die fragliche Nadel und schiebt sie mit dem Pol, der unmittelbar vorher Nordpol war, und mit der Marken-Seite von der Nasen-Seite der äusseren Röhre abgewendet in die Zange, bis die Axe in die Ausrundung der Haken eingelegt werden kann. Unter Auswechslung der Hände ohne Aenderung der Zangenlage schraubt man jetzt, in der Richtung entgegen der Bewegung eines Uhrzeigers drehend, die Zange zu, bis sie die Nadel fest fasst, ohne indessen dieselbe zu quetschen. Hierauf reinigt man die dicken Zapfen der Nadel mit dem Pinsel und die dünnen mit Hollundermark und zieht unter Niederdrücken des Knopfs an der Nase die Nadel mit der Zange in ihre Röhre herein bis zu Ende d. h. bis zum Einschnappen der Feder. Darauf wird diese Röhre unter Beobachtung der Stellung des Stiftes und des betreffenden Schlitzes in der Verbindungsröhre in diese eingesetzt bis der Stift auf dem Grund des Schlitzes aufstösst, und sodann die Zange unter Niederdrücken des Knopfes an der Nase in ihre Umhüllungsröhre wieder ganz eingeschoben. Hiernach befindet sich die Nadel in der Mitte der ganzen Röhre, so dass man ihre Axe durch die Glimmerfenster sehen kann. Man schiebt darauf die ganze Röhre in das Magnetisirungssolenoid so ein, dass sie in deren Mitte der Länge nach, die fassende Zange gegen *Süden*, und mit der Nase nach oben zu liegen kommt; schliesst den Strom 15 Sec., öffnet 5 Sec. und schliesst wieder für 15 Sec., worauf nach Zurückdrehen des Contacthebels der hölzerne

Arretirungsstift bei diesem eingesteckt wird. Die Röhre wird nun zum Ablenkungsapparat gebracht, mit den Nasen nach oben gewendet auf den Bock gelegt, der abgelenkte Magnet durch Ströme beruhigt und die Scale abgelesen; darauf die Röhre um 180° umgewendet und wieder die Scale bei der Ablenkung nach der anderen Seite abgelesen. Die halbe Differenz der beiderseits abgelesenen Scalentheile wird als Ablenkung notirt.

Man bringt sodann die ganze Röhre in den westlichen Saal zurück und schiebt sie wieder in die Magnetisirungsspuhle aber in umgekehrter Lage d. h. mit der fassenden Zange nach *Norden* gewendet ein. Bei Beginn der Beobachtungen, $^3/_4$ Stunden später, magnetisirt man, in ähnlicher Weise wie eben beschrieben, die Nadel um und bestimmt die Ablenkung, welche sie am Magnet im Central-Saal bewirkt.

Nach Zurückbringen der Röhre zum Inclinatorium zieht man unter Niederdrücken des Nasenknopfes die fassende Zange bis zu Ende heraus, wobei ihre Umhüllungsröhre aber noch in der Verbindungsröhre beider Zangen stecken bleiben muss, dann erst wird sie mit der letzteren auch aus der Verbindungsröhre herausgezogen und nach Abheben des obereren Deckels beim Inclinatorium in dieses eingeschoben, wobei wieder die Nasenstellung zu beobachten ist, so dass diese in ihren Schlitz an der Fassung einfällt. Unter Niederdrücken des Nasenknopfes schiebt man jetzt auch die Zange herunter, löst die letztere durch Schrauben im Sinn der Bewegung eines Uhrzeigers vollständig, wobei die Nadelaxe sich in die Pfannen einlegt, zieht dann die Röhre aus dem Inclinatorium heraus und verschliesst die Oeffnung des Gehäuses mit dem Deckel.

Man dreht hierauf das Gehäuse den Kreis nach Ost wendend in den Meridian und stellt den Vernier am Horizontalkreis genau auf die betreffende Ablesung ein. Um hierbei Versehen besser vermeiden zu können, ist es räthlich beiderseits Anschläge für den Klemmenarm der Alhidade anzubringen. Unter vorsichtiger Lösung der Arretirung macht man die Nadel auf einen Augenblick frei, arretirt aber gleich wieder, wenn sie nahezu in die Inclinations-Richtung gekommen ist, um ein Anschlagen am Stuhl zu verhüten. Durch abwechselndes langsames Loslassen und Arretiren bringt man die Nadel nahe in die richtige Lage, so dass sie um diese nur noch ganz geringe Schwankungen macht, löst dann die Arretirung vollständig, beruhigt mit den Drahtspuhlen vollkommen, wozu der schwächere Strom in ihnen ausreicht, stellt das untere Mikroskop auf die Nadelöffnung ein, giebt ein elektrisches Signal zum unterirdischen Pavillon und liest die Zeit an einer Uhr sowie beide Verniere des Vertikalkreises ab; darauf stellt man das obere Mikroskop auf die Nadel ein mit Signal zum unterirdischen Pavillon und Ablesung der Uhrzeit nebst beider Verniere. Auf das durch Niederdrücken einer neben dem Beobachter befindlichen Taste bewirkte elektrische Glockensignal im unterirdischen Pavillon für magnetische Variationsbeobachtungen liest der dort befindliche Hülfsbeobachter sofort den Stand des Bifilarmagnetometers und der Lloyd'schen Wage ab.

Man arretirt jetzt die Nadel schwach, dreht nach Lösung der Klemme den Kreis wieder nach Nord senkrecht zum magnetischen Meridian, löst schwach die Arretirung und arretirt sofort die Nadel wieder ganz, wenn sie ungefähr eine vertikale Stellung eingenommen

hat. Nunmehr legt man sie mit dem Pfannen-Hebel durch Drehen am betreffenden Knopf um 180° um, dreht den Kreis in die Meridianlage nach Ost zurück, stellt am Vernier des Horizontalkreises nach erfolgter Klemmung mit der Mikrometerschraube genau auf den Meridian ein und beobachtet unter Lösung der Arretirung die definitive Nadelstellung genau wie vorher unter Notirung von Zeit und Abgabe von Signalen zum unterirdischen Pavillon.

Die Nadel wird sodann wieder schwach arretirt, das Gehäuse mit Kreis über Nord nach West gedreht, am Vernier genau auf den Meridian gestellt und unter sehr vorsichtiger Lösung der Arretirung die Nadel momentan frei gemacht, bis sie die neue Stellung auf der anderen Seite der Vertikalen annähernd angenommen hat, wieder arretirt und darauf wie oben nach und nach in der neuen Lage auf die Achatschneiden aufgesetzt, ganz beruhigt und nach Abgabe der Signale ihr Stand und die Zeit abgelesen. Darauf folgen in entsprechender Weise folgende Operationen:

Arretirung der Nadel, Vertikalkreis nach Nord gedreht, Arretirung der Nadel in der Vertikalstellung und Umlegung um 180°, Vertikalkreis nach West gedreht, Meridian am Horizontalkreis eingestellt, Nadel frei gemacht und beruhigt, Einstellung der Mikroskope auf die Nadel, Signal, Uhrzeit, Ablesung des Vertikalkreises.

Arretirung der Nadel, Vertikalkreis nach Nord, Nadel gut vertikal gestellt und vollkommen arretirt.

Die eine Zange wird von oben eingesetzt, die Nadel durch Zudrehen der Zange gefasst und unter Festhalten der Umhüllungsröhre und Niederdrücken der Nase die Zange mit der Nadel in diese hereingezogen, bis die Feder einschnappt und jetzt Alles zusammen aus dem Inclinatorium entfernt werden kann, worauf die Oeffnung des Gehäuses mit dem Deckel verschlossen wird.

Die Röhre mit Nadel aber schiebt man in die beiden Zangen gemeinsame Fassung ein und darauf die Zange mit der Nadel unter Niederdrücken des Knopfes in ihre Umhüllungsröhre hinein, so dass sie in die Mitte des ganzen Systems zu liegen kommt, also die Axe der Nadel durch das Glimmerfenster sichtbar wird. Jetzt wird die andere Zange zugeschraubt, bis ihre Haken ganz lose die Nadel umfassen, dann die Röhre um ihre Längsaxe gedreht, bis die Nadelaxe nahe horizontal steht (Nase nach vorn oder hinten), die erstere Zange schwach losgeschraubt, die zweite fest angezogen und die erstere darauf ganz gelöst. Nunmehr wird die ganze Röhre mit der jetzt fassenden Zange nach Norden gewendet in das Solenoid eingeschoben, durch Stromesschluss die Nadel ummagnetisirt, endlich die Ablenkung gemessen.

Wenn man dann die Nadel mit der Zange, in der sie festsitzt, in das Inclinatorium einführt, so kommt jetzt trotz der Ummagnetisirung doch wieder der Nordpol nach unten zu liegen und es kann sofort eine zweite Beobachtungsreihe genau wie die vorige, nur in Betreff der Nadel- und Gehäuse-Stellung in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden.

Nach Vollendung dieser zweiten Beobachtungsreihe wird die Nadel wieder mit der einen Zange aus dem Gehäuse herausgehoben, worauf ihre Entfernung aus der Zange und

das Einlegen in ihr Etui, die Zinkschachtel, entsprechend wie früher das Einführen in die Zange, nur in umgekehrter Reihenfolge geschieht.

Ich habe hier das ganze Verfahren bei der Beobachtung so ausführlich und mit allen Details geschildert, um auch solchen Beobachtern, welche zum ersten Mal mit dem Instrument zu thun haben, die Ausführung einer vollständigen und brauchbaren Beobachtung ohne Beschädigung der Nadel zu ermöglichen. Es genügt nämlich, wie die Erfahrung gezeigt hat, ein Unterlassen irgend einer der angegebenen Operationen, insbesondere bei der Benutzung der Zangen, um einen Bruch der Nadelaxe oder irgend eine andere Beschädigung der Nadel zu riskiren resp. ein fehlerhaftes Resultat zu erhalten. Ganz besonders ist auch, damit die Axe der Nadel jeweilen genau in die Verlängerung der Alhidaden-Drehungsaxe des Vertikalkreises falle, darauf zu achten, dass die Nadel durch die Pfannen der Arretirung schon sehr nahe in der definitiven Gleichgewichtslage auf die Achatschneiden aufgesetzt werde, weil sie sonst beim Freiwerden zur Einstellung auf das Gleichgewicht weiter rollt, also in eine excentrische Lage gelangen würde.

Man wird bemerken, dass ich in jeder der 8 Hauptlagen der Nadel für eine Pol-Lage nur je eine Einstellung, statt mehrerer wie üblich, angenommen habe. Es schien mir dies bei der grossen Empfindlichkeit resp. der sehr sicheren Einstellung der Nadeln — wiederholte Einstellungen mit Arretirung und Loslassen der Nadel gaben keine 0′,5 übersteigende Differenzen — durchaus genügend.

Die Ummagnetisirung der Nadel ungefähr $^3/_4$ Stunden (i. e. die Zeit, welche für eine Beobachtungsreihe mit einer Pol-Lage der Nadel nöthig ist) vor Anfang der Beobachtungen, die selbst mit einer zweiten Ummagnetisirung derselben beginnen, hat zum Zweck, bei der ersten Beobachtungsserie, z. B. mit Südpol am markirten Ende die Nadel in einen gleichen magnetischen Zustand wie bei der zweiten Beobachtungsreihe mit Nordpol am markirten Ende zu versetzen, da es denkbar ist, dass die Ummagnetisirung nach längerem Liegen der Nadel (durchweg 7 Tage) ein etwas anderes Resultat ergeben könnte als diejenige, welche ungefähr $^3/_4$ Stunden nach erfolgter Neumagnetisirung vorgenommen wird, wie dies jedenfalls bei der zweiten Beobachtungsreihe der Fall ist.

Bei meinen gleich mitzutheilenden Messungen habe ich diese Vorsichtsmaassregel noch nicht beobachtet; die Resultate zeigen, dass der Einfluss dieser eventuellen Fehlerquelle jedenfalls nur ein sehr kleiner sein kann.

Ich gebe zunächst ein Beispiel einer vollständigen Messung mit der Nadel I:

	17. August 1889	Kreis nach	Marke nach	Einstellung auf Nadel.	Mikroskop-Ablesung oben.	Mikroskop-Ablesung unten.	Bifilar-Magnet. 22°,00	Lloyd's Wage. 22°,00
Marke	$1^h\ 50^m$ p.	Ost	Ost	oben	249°22′,0	69°21,2	319,9	341,0
Südpol	51	»	»	unten	21,0	20,2	20,0	41,0
	55	Ost	West	oben	249 36,5	69 35,5	21,1	41,0
	57	»	»	unten	36,0	35,0	21,2	41,1
	2 2	West	Ost	oben	288 21,7	108 21,0	22,1	41,2
	3	»	»	unten	22,0	21,0	22,1	41,2
Abl.	7	West	West	oben	288 5,2	108 4,2	22,3	41,4
223,0	9	»	»	unten	4,7	3,5	22,2	41,5
					—	—	22,01	22,00
Marke	$2^h\ 22^m$ p.	West	West	oben	288 14,2	108 13,2	323,9	342,2
Nordpol	24	»	»	unten	14,0	13,0	24,0	42,5
	28	West	Ost	oben	288 12,0	108 11,0	24,0	42,7
	29	»	»	unten	11,5	10,5	24,2	42,7
	34	Ost	West	oben	249 29,5	69 28,0	24,2	42,9
	36	»	»	unten	28,5	27,0	24,2	43,0
Abl.	40	Ost	Ost	oben	249 33,2	69 32,5	25,0	43,1
221,0	42	»	»	unten	32,5	31,5	26,0	43,2
					—	—	22,02	22,00

Die durch die Inclinationsnadel bewirkte Ablenkung ist bei der letzten Pol-Lage ausser gleich nach der Ummagnetisirung auch noch nach Schluss der Beobachtungen gemessen worden, wobei dieselbe Zahl 221,0 erhalten wurde.

Der Temperatur-Coefficient des angewandten Bifilarmagnetometers betrug im Sinne der Uebercompensirung 0,84 Skalentheile pro 1° und derjenige der Lloyd'schen Wage entsprechend 0,44 Skalentheile pro 1°, somit ist am Mittel der Bifilar-Angaben in der ersten Pol-Lage zur Reduction auf die Normal-Temperatur von 21°,00 die Correction: — 0,844 Skalentheile und in der zweiten Pol-Lage: — 0,853 anzubringen und bei der Lloyd'schen Wage beträgt diese Correction für die ganze Zeit: — 0,44 Skalentheile.

Bilden wir je das Mittel der Einstellungen oben und unten, dann die Differenzen der so erhaltenen Winkelgrössen und der der Horizontal-Lage der Mikroskopverbindungslinie entsprechenden beiderseitigen Vernier-Ablesungen i. e. 178° 51′,2 und 358° 51′,2 und nehmen das Mittel aus den für beide Verniere so erhaltenen Grössen, so gewinnen wir je 8 Werthe der Inclination aus jeder completen Messung, welche wir in der nachstehenden Tabelle für jede Pol-Lage besonders, unter Beifügung der Ablenkungen an dem Unifilar im

Centralsaal und des Mittels der auf die Normaltemperatur reducirten Ablesungen an den beiden Variationsapparaten für Horizontal-Intensität H und Vertikal-Intensität V mittheilen. Die Daten gelten für neuen Styl.

1889.		EE	EW	WE	WW	Abl.	H	V
				Nadel I. Marke Nordpol.				
17.	August	70°41′,22	70°37′,05	70°39′,95	70°37′,60	221,0	323,59	342,35
20.	»	41,80	37,60	30,40	35,60	222,2	317,96	340,74
24.	»	40,10	36,65	40,10	36,40	221,0	330,35	346,18
				Nadel I. Marke Südpol.				
17.	August	70°29′,88	70°44′,55	70°29′,78	70°46′,80	223,0	320,51	340,73
20.	»	28,60	45,60	29,60	46,15	221,8	316,28	340,46
24.	»	30,55	42,65	32,02	45,22	221,4	330,29	346,42
				Nadel II. Marke Nordpol.				
17.	August	70°22′,35	70°73′,68	70°21′,28	70°75′,15	233,0	320,25	341,20
20.	»	21,05	74,92	22,90	75,90	234,1	325,48	351,91
24.	»	22,28	76,60	20,65	76,45	235,9	316,26	341,49
				Nadel II. Marke Südpol.				
17.	August	70°65′,35	70° 9′,90	70°67′,45	70°12′,05	232,0	319,47	342,02
20.	»	66,78	8,65	66,68	10,92	234,8	324,14	356,79
24.	»	66,55	10,65	68,18	9,45	234,8	318,50	341,37
				Nadel III. Marke Nordpol.				
16.	August	70°40′,80	70°59′,05	70°40′,10	70°58′,72	302,8	322,23	345,01
22.	»	38,72	55,28	39,35	54,42	302,6	315,54	343,52
23.	»	37,52	55,28	37,48	53,48	302,7	320,05	340,79
				Nadel III. Marke Südpol.				
16.	August	70°45′,55	70°30′,48	70°46′,02	70°28′,82	302,5	323,29	346,23
22.	»	50,98	36,95	51,05	35,20	301,8	316,38	343,54
23.	»	50,55	34,90	49,95	34,52	302,2	321,29	341,41

1889.	EE	EW	WE	WW	Abl.	H	V
			Nadel IV. Marke Nordpol.				
19. August	70°36′65	70°60′65	70°35′25	70°60′35	284,2	321,91	340,33
22. »	34,32	62,20	34,02	61,98	283,7	325,03	345,76
23. »	33,10	61,90	32,98	62,85	282,9	329,24	346,57
			Nadel IV. Marke Südpol.				
19. August	70°49′30	70°24′20	70°51′52	70°22′02	284,5	322,51	340,75
22. »	54,30	22,40	55,48	21,82	284,1	323,23	344,06
23. »	55,02	21,02	54,60	21,20	283,0	327,92	346,05

Hierzu ist nur zu bemerken, dass bei der Nadel III zwischen der Beobachtung vom 16. und 22. August die Axe herausgenommen und der dickste Theil derselben am Rande etwas abgeschliffen wurde, da er in die Pfannen zu stramm hineinpasste. Wenn wir also von der durch diesen äusseren Eingriff veranlassten Veränderung dieser Nadel absehen, so bemerken wir bei allen Nadeln je in den entsprechenden Lagen an den verschiedenen Beobachtungstagen nur geringe Differenzen (Max. 3′), wovon allein bei der Beobachtung am 19. August die Nadel IV mit Markende als Südpol in den Lagen Ost Ost und West Ost eine Ausnahme macht, indem da die Differenz auf 4—6′ steigt. Diese Beobachtungen erscheinen daher etwas verdächtig und sehr wahrscheinlich ist auch einem dabei begangenen Fehler die später zu erörternde Abweichung des Resultates dieser Beobachtungsserie von ungefähr 1′ beizumessen.

Magnetische Störungen, welche auf diese Messungen hätten influiren können, haben nur am 20. August zur Zeit der Beobachtung mit der Nadel II und sodann auch am 23. August zu Anfang der Beobachtung mit der Nadel IV stattgefunden. Sie haben indessen dank den gleichzeitigen Ablesungen an den Variationsapparaten, wie wir sehen werden, keinen über die Beobachtungsfehler hinausgehenden Einfluss auf das Resultat gehabt.

Angenommen die sub 2 angegebenen Justirungen des Instruments seien ganz genau ausgeführt worden, so würden die 4 in der vorstehenden Tabelle angegebenen Gleichgewichtslagen einer Nadel bei der einen Pol-Lage folgenden 4 Gleichungen entsprechen:

Lage. Marke Nordpol.

$$\text{EE} : m \cdot \sin(f + c - i) = q \cdot \cos(f + Q),$$
$$\text{EW} : m \cdot \sin(e - c - i) = q \cdot \cos(e - Q),$$
$$\text{WE} : m \cdot \sin(h + c - i) = q \cdot \cos(h + Q),$$
$$\text{WW} : m \cdot \sin(g - c - i) = q \cdot \cos(g - Q),$$

wenn wir an den von Gauss [1]) eingeführten Bezeichnungen festhalten, d. h. mit m das Product des magnetischen Moments der Nadel in die ganze Intensität der erdmagnetischen Kraft, mit q das Product von der Masse der Nadel mit der Beschleunigung der Schwere und mit der Entfernung des Schwerpunktes der Nadel von ihrer Drehungsaxe, sodann mit i die wahre Inclination (bei allen 4 Beobachtungen als identisch vorausgesetzt), mit c die Collimation der magnetischen Axe der Nadel, i. e. den Winkel der letzteren mit der die Mitte der beiden Löcher verbindenden Linie, mit Q den Winkel der letzteren Linie mit der Verbindungslinie des Schwerpunktes der Nadel und ihrer Axe, endlich mit f, e, h, g die in unserer Tabelle angegebenen, aus den Messungen folgenden Winkel je einer Horizontalreihe darstellen.

Aus den vorstehenden Gleichungen folgt nun zunächst, dass bei vollkommener Construction und Justirung des Instruments sammt seinen Nadeln die Gleichheiten

$$e = f \text{ und } h = g$$

bestehen müssten, also in unserer Tabelle die Grössen in den Rubriken EE und WE einerseits und EW und WW andererseits je für dieselbe Beobachtungsreihe identisch sein sollten. Das ist nun in Wirklichkeit nicht der Fall, vielmehr ergeben sich folgende Differenzen:

	Nadel I.		Nadel III.	
	EE—WE	EW—WW	EE—WE	EW—WW
Nord-Pol	1′,27	—0′,55	0′,70	0′,33
	2,40	2,00	—0,63	0,86
	0,00	0,25	0,04	1,80
Süd-Pol	0,10	—2,25	—0,47	1,66
	1,00	—0,55	—0,07	1,75
	—1,47	— 2,57	0,60	0,38
	Mittel : ± 1′,20		± 0′,77	

	Nadel II.		Nadel IV.	
Nord-Pol	1,07	—1,47	1,40	0,30
	—1,85	—0,98	0,30	0,22
	1,63	0,15	0,12	—0,95
Süd-Pol	—2,20	—2,15	—2,22	2,18
	0,10	—2,27	—1,18	0,58
	—1,63	1,20	0,62	—0,18
	Mittel : ± 1′,38		± 0′,85	

1) Gauss, Beobachtungen der magnetischen Inclination in Göttingen. Resultate des magnetischen Vereins für 1841. S. 28—32.

Wenn wir von den kleinen Veränderungen der Inclination während der Messungen selbst absehen, so sind also die Fehler der Construction und Justirung der Art, dass sie bei den Nadeln I und II mittlere Unsicherheiten bis zu 1',38 und bei den Nadeln III und IV bis zu 0',85 bedingen können. Dass dieselben bei der Nadel II fast doppelt so gross sind als bei der Nadel III, beweist aber, dass ein beträchtlicher Theil dieser Unsicherheit auf die Nadeln selbst fällt, wobei es vor der Hand dahingestellt bleiben mag, ob eine verschiedene Dicke der beiden Zapfen oder eine Abweichung ihres Querschnittes von der Kreisform die Ursache ist. Auch das viel grössere specifische magnetische Moment der Nadeln III und IV könnte auf die grössere Sicherheit ihrer Angaben influirt haben.

Jedenfalls ist es aber dem Vorigen gemäss gerechtfertigt sich weiterhin bloss an die Mittel:

$$\frac{\text{EE} + \text{WE}}{2} \text{ und } \frac{\text{EW} + \text{WW}}{2}$$

d. h. der diesen Lagen entsprechenden Winkelgrössen in der obigen Tabelle zu halten. Für diese gelten dann bei der einen und der anderen Pol-Lage folgende schon von Gauss (l. c.) aufgestellte Gleichungen:

		für die Lagen:	Marke:
1)	$\sin(f + c - i) = \frac{q}{m} \cdot \cos(f + Q)$	EE und WE	Nord-Pol.
2)	$\sin(g - c - i) = \frac{q}{m} \cdot \cos(g - Q)$	EW und WW	
3)	$\sin(f' + c' - i) = -\frac{q}{m'} \cdot \cos(f' + Q)$	E'E' und W'E'	Süd-Pol.
4)	$\sin(g' - c' - i) = -\frac{q}{m'} \cdot \cos(g' - Q)$	E'W' und W'W'	

wo:

$$f = \frac{\text{EE} + \text{WE}}{2}, \quad g = \frac{\text{EW} + \text{WW}}{2},$$

$$f' = \frac{\text{E'E'} + \text{W'E'}}{2}, \quad g' = \frac{\text{E'W'} + \text{W'W'}}{2}$$

gesetzt sind, c' die Collimation und m' das m entsprechende Product nach der Ummagnetisirung der Nadel darstellen.

Aus diesen vier Gleichungen ergeben sich folgende:

$$5) \quad \operatorname{tg} c = -\operatorname{tg}\frac{f-g'}{2} - \frac{q}{m.\cos c} \cdot \frac{\sin\frac{f+g}{2}}{\cos\left(\frac{f+g}{2} - i\right)} \cdot \frac{\sin\left(\frac{f-g}{2} + Q\right)}{\cos\frac{f-g}{2}}$$

$$6) \quad \operatorname{tg} c' = -\operatorname{tg}\frac{f'-g'}{2} + \frac{q}{m'.\cos c'} \cdot \frac{\sin\frac{f'+g'}{2}}{\cos\left(\frac{f'+g'}{2} - i\right)} \cdot \frac{\sin\left(\frac{f'-g'}{2} + Q\right)}{\cos\frac{f'-g'}{2}}.$$

Ferner:

$$7)\quad \operatorname{tg} i = \operatorname{tang}\frac{f+g}{2} - \frac{q}{m.\cos i}\cdot\frac{\cos\left(\frac{f-g}{2}+Q\right)}{\cos\left(\frac{f-g}{2}+c\right)},$$

$$8)\quad \operatorname{tg} i = \operatorname{tang}\frac{f'+g'}{2} + \frac{q}{m'.\cos i}\cdot\frac{\cos\left(\frac{f'-g'}{2}+Q\right)}{\cos\left(\frac{f'-g'}{2}+c'\right)}.$$

Unter Berücksichtigung der Gleichung:

$$\frac{\operatorname{tg} a+\operatorname{tg} b}{2} = \operatorname{tang}\frac{a+b}{2}\left(\frac{1-\operatorname{tg} a\operatorname{tg} b}{1-\operatorname{tg}^2\frac{a+b}{2}}\right)$$

folgt aus 7) und 8) weiterhin:

$$\operatorname{tg} i = \operatorname{tang}\frac{f+g+f'+g'}{4}\left(\frac{1-\operatorname{tg}\frac{f+g}{2}\operatorname{tg}\frac{f'+g'}{2}}{1-\operatorname{tg}^2\frac{f+g+f'+g'}{4}}\right)+ \qquad \text{I.}$$

$$+\frac{q}{2m'\cos i}\left[\frac{\cos\left(\frac{f'-g'}{2}+Q\right)}{\cos\left(\frac{f'-g'}{2}+c'\right)} - \frac{m'}{m}\cdot\frac{\cos\left(\frac{f-g}{2}+Q\right)}{\cos\left(\frac{f-g}{2}+c\right)}\right];$$

und:

$$9)\quad \frac{q}{m'} = \frac{\cos i\left(\operatorname{tang}\frac{f+g}{2} - \operatorname{tang}\frac{f'+g'}{2}\right)}{\frac{\cos\left(\frac{f'-g'}{2}+Q\right)}{\cos\left(\frac{f'+g'}{2}+c'\right)} + \frac{m'}{m}\cdot\frac{\cos\left(\frac{f-g}{2}+Q\right)}{\cos\left(\frac{f-g}{2}+c\right)}}.$$

Zufolge der Tabelle auf S. 19 beträgt der grösste Unterschied zwischen den magnetischen Momenten einer Nadel vor und nach dem Ummagnetisiren, nämlich am 17 August bei Nadel I: 2 Procent des ganzen Werthes, oder es war da:

$$\frac{m'}{m} = \frac{223{,}0}{221{,}0} = 1{,}009.$$

Für i rechts vom Gleichheitszeichen genügt es je einen angenäherten Werth der Inclination zu setzen, z. B.

$$i = 70°43' \text{ oder } \cos i = 0{,}33024.$$

In der folgenden Tabelle gebe ich sodann die aus der Tabelle auf S. 19 abgeleiteten Werthe von f, g etc.

Nadel.	1889.	f	g	$\frac{f+g}{2}$	$\frac{f-g}{2}$	f'	g'	$\frac{f'+g'}{2}$	$\frac{f'-g'}{2}$
		70° +	70° +	70° +		70° +	70° +	70° +	
I.	17. August	40,585	37,325	38,955	1,63	29,830	45,675	37,752	— 7,92
	20. »	40,600	36,600	38,600	2,00	29,100	45,875	37,490	— 8,39
	24. »	40,100	36,525	38,310	1,79	31,285	43,935	37,610	— 6,32
II.	17. »	21,815	74,415	48,115	—26,30	66,400	10,975	38,687	27,71
	20. »	21,975	75,410	48,692	—26,72	66,730	9,785	38,257	28,47
	24. »	21,465	76,525	48,995	—27,53	67,365	10,050	38,707	28,58
III.	16. »	40,450	58,885	49,667	— 9,22	45,785	29,650	37,717	8,06
	22. »	39,035	54,850	46,942	— 7,91	51,015	36,075	43,545	7,47
	23. »	37,500	54,380	45,940	— 8,44	50,250	34,710	42,480	7,74
IV.	19. »	35,950	60,500	48,225	—12,27	50,410	23,110	36,760	13,65
	22. »	34,170	62,090	48,130	—13,96	54,890	22,110	38,500	16,39
	23. »	33,040	62,375	47,707	—14,67	54,810	21,110	37,960	16,85

An der Hand dieser Daten wollen wir zunächst den Werth des Factors in der Klammer des ersten Gliedes rechts in Gleichung I untersuchen. Derselbe wäre 1, wenn $\frac{f+g}{2} = \frac{f'+g'}{2}$ wäre. Nehmen wir nun in vorstehender Tafel die beiden zusammengehörenden Werthe dieser beiden Grössen, die am meisten verschieden sind, nämlich in runder Zahl:

$$\frac{f+g}{2} = 70°48' \text{ und } \frac{f'+g'}{2} = 70°36',$$

so erhält man:

$$\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{f+g}{2}\operatorname{tg}\frac{f'+g'}{2}}{1 - \operatorname{tg}^2\frac{f+g+f'+g'}{4}} = 1{,}000042.$$

Durch diesen Factor aber würde der unmittelbare Werth von:

$$\frac{f+g+f'+g'}{4} = 70°42'$$

übergehen in $70° 42' 2''{,}7$, d. h. um einen Betrag verändert werden, der bei Weitem nicht die Fehlergrenze der Beobachtungen erreicht. Somit kann dieser Correctionsfactor in unserem Fall ganz vernachlässigt werden.

Um den Werth des zweiten Gliedes rechts in Gleichung I bestimmen zu können, sollten die Grössen q/m', Q und c nebst c' bekannt sein. Dieselben lassen sich indessen nicht genau ermitteln, selbst wenn man das viel umständlichere Verfahren von Gauss (l. c.) hierfür anwenden wollte. Für unsere Zwecke genügt indessen eine angenäherte Abschätzung derselben vermittelst der Gleichungen 5), 6) und 9).

Die Gleichungen 5. und 6. zeigen unmittelbar, dass wir in erster Annäherung

$$c = \frac{f-g}{2} \text{ und } c' = \frac{f'-g'}{2}$$

setzen können. In Berücksichtigung dessen und der obigen Werthe für $^{m'}/_{m}$ und $\cos i$, geht zunächst die Gleichung 9. über in:

$$\frac{q}{m'} = \frac{0{,}33024 \left(\text{tang } \frac{f+g}{2} - \text{tang } \frac{f'+g'}{2}\right)}{\cos\left(\frac{f'-g'}{2} + Q\right) + 1{,}009 \,.\, \cos\left(\frac{f-g}{2} + Q\right)}.$$

Führen wir hier für f, g etc. die Werthe für Nadel IV vom 19. August ein, welche für $\frac{f+g}{2}$ und $\frac{f'+g'}{2}$ nahe die grösste Differenz aufweisen, so kommt:

$$\frac{q}{m'} = \frac{0{,}33024 \,(\text{tang } 70°48' - \text{tang } 70°36')}{\cos(14' + Q) + 1{,}009 \,.\, \cos(Q - 12')} = \frac{0{,}01055}{\cos(Q + 14') + 1{,}009 \,.\, \cos(Q - 12')}.$$

Die Grösse des Winkels Q ist unbekannt. Setzen wir der Reihe nach:

$$Q = 0, \qquad = 45°, \qquad = 80°,$$

so kommt:

$$\frac{q}{m'} = 0{,}00527 \quad = 0{,}00743, \qquad = 0{,}0303.$$

Der Art und Weise der Construction der Nadeln entsprechend ist es durchaus unwahrscheinlich, dass Q einen beträchtlich grösseren Werth als 45° annehme — bei den Nadeln des Instrumentes von Gauss war z. B. Q ungefähr 12° — und es wird demnach kaum:

$$\frac{q}{m'} > 0{,}0074$$

werden. Die Ausdrücke 5. und 6. können wir daher mit ganz genügender Annäherung folgendermaassen vereinfachen:

$$\text{tg } c = -\text{tg } \frac{f-g}{2} - 0{,}0074 \,.\, \sin \frac{f+g}{2} \cdot \sin\left(\frac{f-g}{2} + Q\right)$$

$$\text{tg } c' = -\text{tg } \frac{f'-g'}{2} + 0{,}0074 \,.\, \sin \frac{f'+g'}{2} \cdot \sin\left(\frac{f'-g'}{2} + Q\right)$$

und wenn wir hier wieder $Q = 45°$ und annähernd $\frac{f+g}{2} = \frac{f'+g'}{2} = 70°\,42'$ annehmen, so kommt:

$$\text{tg } c = -\text{tg } \frac{f-g}{2} - \text{arc} \,.\, 17',$$

$$\text{tg } c' = -\text{tg } \frac{f'-g'}{2} + \text{arc} \,.\, 17'.$$

Hieraus geht wenigstens Das hervor, dass die Collimationswinkel c und c' jedenfalls in unserem Fall von der Ordnung der Grössen $\frac{f-g}{2}$ und $\frac{f'-g'}{2}$ waren und kaum bei irgend einer Nadel den Werth von 30′ überschritten haben dürften.

Das zweite Glied rechts in Gleichung I kann daher mit ganz genügender Annäherung zu:

$$\frac{q}{2m' \cos i}\left[\cos\left(\frac{f'-g'}{2}+Q\right)-\frac{m'}{m}\cdot\cos\left(\frac{f-g}{2}+Q\right)\right]$$

vereinfacht werden. Setzen wir nun hier beispielsweise:

$$\frac{f'-g'}{2}=28',\ \frac{f-g}{2}=-26',\ Q=45°,$$

also auch:

$$\frac{q}{m'}=0{,}0074,\ 2\cos i=0{,}66048,\ \frac{m'}{m}=1{,}009,$$

so wird der Zahlenwerth des obigen Ausdrucks:

$$0{,}000075.$$

Das zweite Glied rechts in Gleichung I wird also in unserem Fall jedenfalls keinen grösseren Werth als 0,000075, was arc. 15″ oder arc. 0′,25 entspricht, annehmen und daher als eine den Beobachtungsfehler nicht übersteigende Grösse ebenfalls im Allgemeinen vernachlässigt werden können.

Bei unserem Instrument können wir somit in der That in der üblichen Weise mit einer den Beobachtungsfehler nicht übersteigenden Annäherung die wahre Inclination einfach nach der Formel:

$$i=\frac{f+g+f'+g'}{4}$$

berechnen.

In der folgenden Tabelle stelle ich die nach dieser Formel mit den Werthen der vorigen Tabelle berechneten Inclinationen i zusammen mit den Werthen I der Inclinationen, welche aus den gleichzeitigen Ablesungen an den Variationsapparaten abzuleiten sind und den mit unserem älteren Inclinatorium von Dover in London № 21 erhaltenen Daten entsprechen. Zu dem Ende waren je für das Mittel der Skalen-Ablesungen bei Marke Nordpol und Südpol an den Variationsapparaten für Horizontal- und Vertikal-Intensität nach der ersten Tabelle die absoluten Werthe H und V dieser Intensitäten nach den für diese Zeit geltenden Formeln:

$$H=1{,}63425+0{,}0002568\,(n-300)$$

$$V=4{,}6870+0{,}0002528\,(w-300)$$

zu berechnen, wo n die mittlere, auf 21° C. reducirte Skalen-Ablesung am Bifilarmagnetometer während der betreffenden Beobachtungsreihe und w die entsprechende an der Lloyd'schen Wage beobachtete Grösse darstellen. Und daraus ergab sich dann I nach der Formel:

$$\text{tang } I = \frac{V}{H}.$$

	1889.	V	H	I	i	$I-i$	Mittel der Differenz $I-i$		Nadel.
17.	August	4,6975	1,63991	70°45′,35	79°38′,35	7′,00			
20.	»	4,6973	1,63865	46,12	38,04	8,08	7′,12	±0′,64	I
24.	»	4,6987	1,64204	44,23	37,96	6,27			
17.	August	4,6975	1,63935	70 45,71	70 43,40	2,31			
20.	»	4,7007	1,64062	45,61	43,47	2,14	2,24	±0,07	II
24.	»	4,6975	1,63871	46,13	43,85	2,28			
16.	August	4,6985	1,64009	70 45,46	70 43,69	1,77			
22.	»	4,6980	1,63835	46,48	45,24	1,24	1,45	±0,21	III
23.	»	4,6974	1,63956	45,55	44,21	1,34			
19.	August	4,6972	1,63995	70 45,25	70 42,49	2,76			
22.	»	4,6983	1,64045	45,18	43,32	1,86	2,10	±0,44	IV
23.	»	4,6987	1,64159	44,52	42,83	1,69			

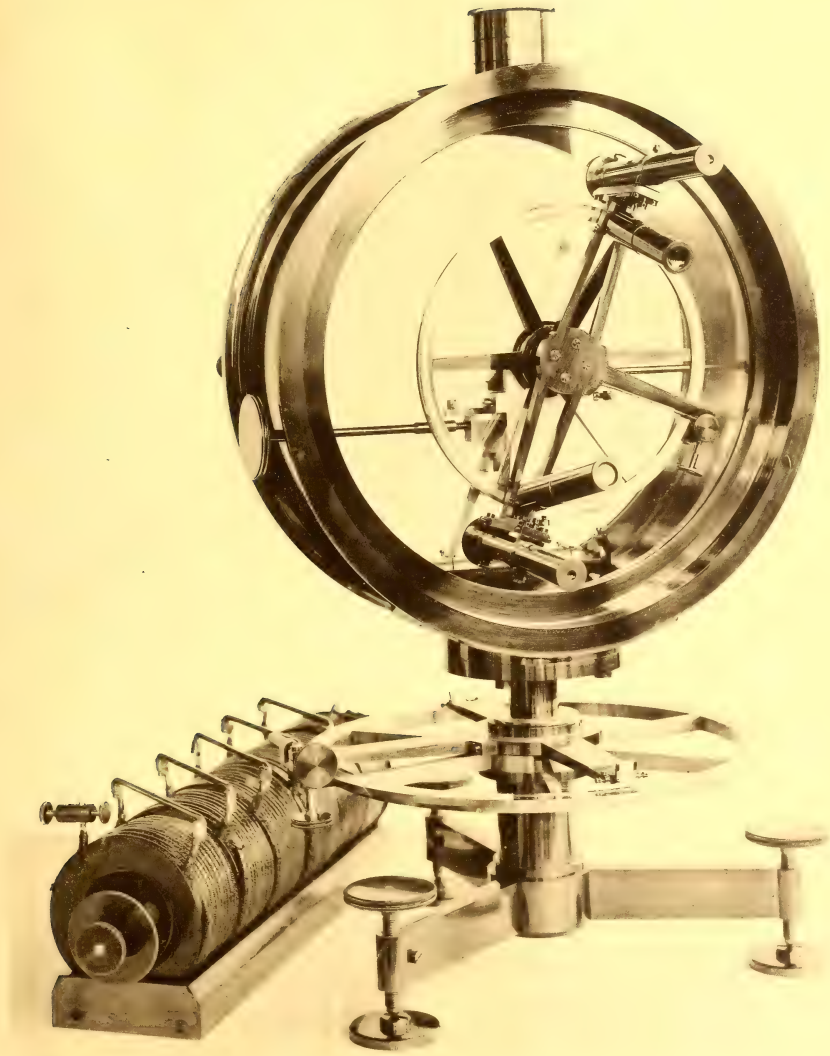
Schon auf S. 20 ist darauf hingewiesen worden, dass das Resultat vom 19. August für Nadel IV eines bei der Beobachtung der Nadel mit Markenende Südpol in den Lagen EE und WE wahrscheinlich begangenen Fehlers halber unrichtig werden dürfte. Dies wird offenbar durch die, eine ganze Minute betragende Abweichung der Differenz $I-i$ für diese Beobachtung im Vergleich mit den folgenden Messungen von mir sowie auch mit hier nicht aufgenommenen späteren Beobachtungen anderer Personen bestätigt. Schliessen wir daher diese Beobachtung als fehlerhaft aus, so erhalten wir für Nadel IV als mittleres Resultat der Differenz $I-i$:

22. und 23. August: $I - i = 1',77 \pm 0',09$ Nadel IV.

Für die Nadeln II, III und IV übersteigt also nach dieser Berichtigung der mittlere relative Fehler einer Inclinationsmessung nicht $\pm 0',2$, wohl aber weichen die absoluten Resultate, welche jede dieser Nadeln für sich im Mittel giebt, um mehr als das Doppelte dieser Grösse vom mittleren Werth aller drei i. e. 1′,82 ab [1]). Freilich ist auch diese grös-

1) Schon aus der Anordnung der Beobachtungen folgt, dass kein erheblicher Antheil an diesen Differenzen etwa Fehlern der Variationsapparate beigemessen werden kann. Es sind dies übrigens die vorzüglichen Apparate, welche ich kürzlich in diesen Memoiren (T. XXXII, № 4) beschrieben habe.

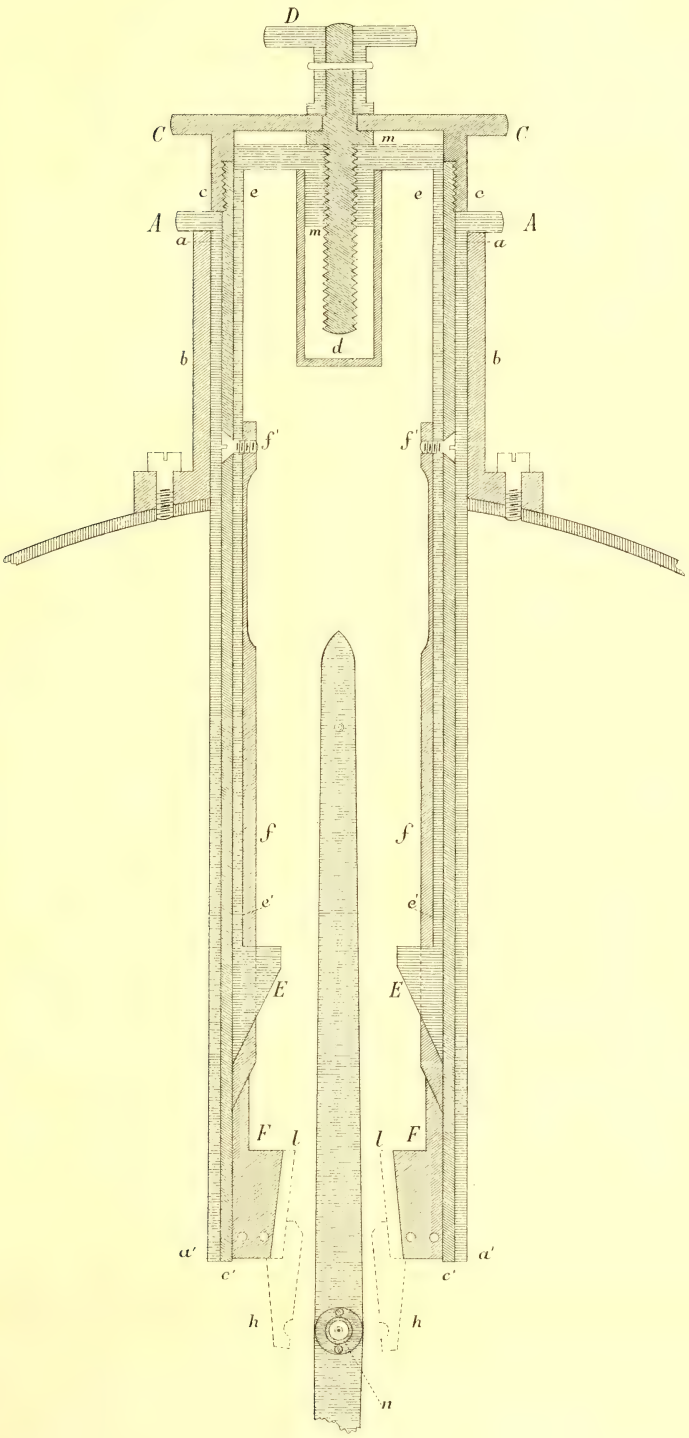
sere Differenz ($\pm 0{,}'4$) der Resultate der drei Nadeln II bis IV untereinander gegenüber den Erfahrungen, die bei anderen Inclinatorien in dieser Richtung gemacht worden sind, eine verhältnissmässig geringe und es muss daher hier um so mehr die grosse Abweichung des mittleren Resultates für die Nadel I von dem der übrigen Nadeln auffallen. Die verhältnissmässig viel grössere Unsicherheit der Beobachtungen mit dieser Nadel vermag diese Abweichung nicht zu erklären. Ebenso zeigen auch die Zahlen der ersten Tabelle für diese Nadel keine hervortretenden Unregelmässigkeiten und nur in der 2. Tabelle fällt auf, dass die Werthe von $\frac{f-g}{2}$ und $\frac{f'-g'}{2}$ für diese Nadel um circa $6'$ verschieden sind, während sie bei den anderen Differenzen von höchstens $2'$ aufweisen. Eine Ersetzung der Axe dieser Nadel durch eine andere hat das Gesammtresultat und die Unsicherheit der einzelnen Messung nicht wesentlich verändert, es muss also künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, die Ursache dieser Abweichung zu ermitteln. Vor der Hand bin ich geneigt, sie in einer ungleichförmigen Härtung und demgemässen unregelmässigen Magnetisirung der Nadel zu suchen, worauf die Veränderung der Collimation der magnetischen Axe beim Ummagnetisiren hinzuweisen scheint.



Фототипія В. И. Штейнъ. Спб. Почтамтская 13.

Фототипія В. И. Штейнъ. Спб. Почтамтская 13.

Tafel. III.



Лит. Якобсона С.П.Б.

AS262
.S12

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 8.

SYRISCH-NESTORIANISCHE
GRABINSCHRIFTEN
AUS SEMIRJETSCHIE,

HERAUSGEGEBEN UND ERKLÄRT
VON
D. Chwolson.

Nebst einer Beilage:
ÜBER DAS TÜRKISCHE SPRACHMATERIAL DIESER GRABINSCHRIFTEN
VOM AKADEMIKER DR. **W. Radloff.**

MIT DREI PHOTOTYPISCHEN TAFELN UND EINER EBENSOLCHEN,
VON PROF. DR. **Julius Euting**
AUSGEARBEITETEN
SCHRIFTTAFEL.

(*Lu le 8 mars 1888.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof; à Riga: M. N. Kymmel; à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).
Prix: 4 Rbl. 15 Kop. = 10 Mrk. 40 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 8.

SYRISCH-NESTORIANISCHE
GRABINSCHRIFTEN
AUS SEMIRJETSCHIE,

HERAUSGEGEBEN UND ERKLÄRT
VON
D. Chwolson.

Nebst einer Beilage:
ÜBER DAS TÜRKISCHE SPRACHMATERIAL DIESER GRABINSCHRIFTEN
VOM AKADEMIKER DR. **W. Radloff.**

MIT DREI PHOTOTYPISCHEN TAFELN UND EINER EBENSOLCHEN,
VON PROF. DR. **Julius Euting**
AUSGEARBEITETEN
SCHRIFTTAFEL.

(*Lu le 8 mars 1888.*)

LIBRARY OF CONGRESS
AUG 26 1891

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 4 Rbl. 15 Kop. = 10 Mrk. 40 Pf.

Imprimé par ordre de l'Academie Impériale des sciences.
Avril 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

VORWORT.

Die vorliegende Schrift enthält den Text, die Uebersetzung und Erklärung von 206 syrisch-nestorianischen, im Gebiete von Semirjetschie aufgefundenen Grabinschriften, von denen 166 datirt sind. Einige wenige unter ihnen sind in syrischer Schrift, aber in türkischer Sprache abgefasst; mehrere unter ihnen enthalten einzelne türkische Worte, oder auch ganze türkische Phrasen. Ueber die Auffindung und Entzifferung dieser Grabinschriften ist in der Einleitung das Nöthige gesagt worden und ich habe dem dort Gesagten nichts hinzuzufügen. Bei der schlechten Beschaffenheit des Materials, welches mir zu Gebote stand, dann bei der Eigenartigkeit des Schriftcharakters und der Sprache dieser Inschriften, glaube ich wohl, dass ein künftiger Forscher, bei einer neuen Untersuchung des ganzen Materials, noch vielleicht manche Berichtigung meiner Lesungen und wohl auch der Erklärungen der Inschriften lieferen dürfte. Ich will daher angeben, wo das ganze Material sich jetzt befindet. Eine vollständige Sammlung der in Wjernoje, dem Hauptorte von Semirjetschie, verfertigten photographischen Abdrücke vieler Grabinschriften besitzt die hiesige Universitäts-Bibliothek; dann die Moskauer archäologische Gesellschaft, bei der sich auch einige Originalsteine befinden; endlich die hiesige «kaiserliche archäologische Commission», die ausserdem noch gegen 150 Farben- und Grafit-Abdrücke von den Inschriften besitzt. Gegen 115 Originalsteine liegen wohlgeordnet in dem asiatischen Museum der hiesigen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. In Wjernoje befinden sich noch jetzt gegen 500 Originalsteine, über deren Inhalt mir nichts bekannt ist.

Im Jahre 1886 habe ich in diesen Memoiren (t. XXXIV, № 1) zweiundzwanzig dieser Grabinschriften in einer Abhandlung, betitelt: «Syrische Grabinschriften aus Semirjetschie», veröffentlicht. Alle diese Grabinschriften — mit Ausnahme der sehr undeutlichen № II, — habe ich, berichtigt und verbessert, in der vorliegenden Schrift wieder mitgetheilt. Um dieses Werk von der früheren Abhandlung beim Citiren

leichter zu unterscheiden, habe ich die erstere betitelt: «Syrisch-nestorianische Grabinschriften aus Semirjetschie»; denn alle diese Grabinschriften stammen factisch von Nestorianern her.

Meinen aufrichtigsten Dank muss ich Herrn Akademiker W. Radloff abstatten, ohne dessen gütige Hilfe ich diese Inschriften nur theilweise hätte erklären und richtig auffassen können, und ich muss ausdrücklich sagen, dass ich die Erklärung und das Verständniss der türkischen Bestandtheile dieser Inschriften ausschliesslich ihm zu verdanken habe. Ich danke ihm auch dafür, dass er die vorliegende Schrift durch seine lichtvolle Abhandlung über die dialektische Stellung der türkischen Bestandtheile dieser Inschriften zu schmücken die Güte hatte.

Desgleichen danke ich der «kaiserlichen archäologischen Commission» für die grosse Liberalität, mit der sie mir das ganze Material, das sie aus Wjernoje erhalten — inclus. die Originalsteine, die sie später der Akademie der Wissenschaften überlassen — zur vollständigen und freien Benutzung gestellt hat.

Auch Herrn Prof. Theod. Nöldeke kann ich meinen Dank nicht versagen für manche gute Rathschläge, die er mir bei meiner schwierigen Aufgabe zu ertheilen die Freundlichkeit hatte und die ich, ihn immer ausdrücklich nennend, meistens benutzt habe.

Meinen wärmsten Dank spreche ich hier auch aus gegen meinen lieben Freund Prof. Dr. Julius Euting für die herrliche Schrifttafel, die er im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften und auf meine Bitte für dieses Werk verfertigt, wodurch er zugleich der semitischen Paläographie einen glänzenden Dienst geleistet hat. Die Quellen, die er bei der Ausarbeitung dieser Tafel benutzt hat, sind unten p. 164 ff. angegeben. Für die Columnen 95—96, welche die in unseren Grabinschriften vorkommenden Buchstabenformen enthalten, dienten ihm als Quelle diejenigen der mir zu Gebote stehenden Photographien, Farben- und Grafit-Abdrücke, in denen die Schriftzüge der Buchstaben durch grössere Deutlichkeit sich auszeichnen.

St. Petersburg. December, 1889.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

pag.

Die im Gebiete von Semirjetschie aufgefundenen syrischen Grabinschriften 1

I. Auffindung und Entzifferung dieser Inschriften 1

II. Aeussere und innere Form der Grabinschriften 6

III. Die Grabinschriften 10

A. Datirte Grabinschriften 10

B. Undatirte Grabinschriften 95

IV. Allgemeine Bemerkungen über diese Inschriften 106

Herkunft und Verfasser dieser Inschriften 106

Verbreitung des Christenthums nach den Ostländern der Türken und die Propaganda der Nestorianer 106

Aeussere Form der Grabsteine 113

Verticale Schreibart bei den Syrern 114

Der Schriftcharakter der Grabinschriften 118

Die Sprache der Inschriften 121

Die Bedeutung des Wortes 122

Die Datirung der Inschriften 123

Die culturhistorische Bedeutung der Inschriften 124

Die Pestjahre 1338 und 1339 129

Andeutung auf eine Christenverfolgung 130

Die Grabinschriften von Tokmak 131

Wahrscheinliches Verschwinden des Christenthums in jenen Gegenden während der zweiten Hälfte des XIV. und ersten Hälfte des XV. Jahrhunderts 131

Die syrisch-christlichen Eigennamen in den Grabinschriften 132

Die türkischen Eigennamen 135

Beilage I. Das türkische Sprachmaterial der im Gebiete von Semirjetschie aufgefundenen syrischen Grabinschriften von W. Radloff 138

Alphabetisches Verzeichniss dieses türkischen Sprachmaterials 150

Beilage II. Zusätze und Verbesserungen 158

Beilage III. Die Quellen und Denkmäler, nach denen Prof. Julius Euting die beiliegende Schrifttafel ausgearbeitet hat 164

Die im Gebiete Semirjetschie[1]) aufgefundenen syrischen Grabinschriften.

I.

Auffindung und Entzifferung dieser Inschriften.

Ueber die Auffindung dieser Inschriften liegen mir mehrere Berichte vor und zwar:

1) verschiedene Mittheilungen in der Восточное обозрѣніе (morgenländische Revue) № 44 vom 14. November 1885 und vom 30. Januar 1886 von Dr. Pojarkow (s. unten), und noch nicht veröffentlichte handschriftliche Nachrichten von demselben.

Dann 2) ein Bericht des Herrn N. N. Pantussow, Beamten für besondere Aufträge beim Kriegsgouverneur jenes Gebietes, veröffentlicht in den Abhandlungen der morgenländischen Abtheilung der hiesigen (St. Petersburger) Kaiserl. Archäologischen Gesellschaft, 1886, Heft II.

3) Ein ausführlicher, als Ms. gedruckter Bericht von demselben Hrn. N. N. P., enthaltend eine Beschreibung des Friedhofes bei Pischpek und der daselbst aufgefundenen Grabsteine, und endlich

4) nicht veröffentlichte, an mich gerichtete Briefe seiner Eminenz des Bischofs von Turkestan und Taschkend Neophyt. Aus diesen Berichten theile ich hier Folgendes mit.

1) Dieses Gebiet liegt westlich von der chinesischen Grenze von Kuldscha und nordöstlich von Kokand, jetzt Fergana genannt. Nördlich ist diese Provinz begrenzt von dem Gebiete von Semipalatinsk, westlich von dem des Syr-Daria, südlich von der chinesischen Provinz von Kaschgar und östlich, wie bemerkt, von dem chinesischen Gebiet von Kuldscha. Die Hauptflüsse des Gebietes Semirjetschie sind: der Ili, der östlich von Kuldscha entspringt und in den Balchasch-See — der theilweise zu diesem Gebiete gehört — sich ergiesst, und dann der Tschu (Tschui bei Ritter), der aus der westlichen Spitze des Issyk-Kul (Isse-Kul bei Ritter) entspringt und sich in den Alakul ergiesst. Diese beiden, zuletzt genannten Seen befinden sich ganz auf dem Gebiete Semirjetschie. Diese Provinz bildete vor der Mongolenzeit einen Theil des Reiches der Cara-Chatai und war früher reich bevölkert. Dafür sprechen die zahlreichen Spuren von früheren Ansiedelungen und befestigten Orten. Ueber dieses und das benachbarte Gebiet vergl. Ritter, die Erdkunde von Asien, I, Berlin, 1832, p. 394 ff.

Es sind zwei Friedhöfe mit syrischen Grabinschriften gefunden worden, welche erstere in einer Entfernung von ungefähr 50 Werst (gegen 55 Kilom.) von einander sich befinden. Den einen von ihnen, den kleineren, entdeckte im Herbste des Jahres 1885 Dr. Pojarkow gegen 15 Werst südlich von dem Dorfe Gross-Tokmak, $1\frac{1}{2}$ Werst von den Ruinen eines alten, aus gebrannten Ziegeln erbauten Thurmes, Burana genannt, an den Vorbergen der Alexander-Bergkette. Daselbst fand Dr. Pojarkow, der als erster Entdecker dieser Grabinschriften gelten muss, über 20 Grabsteine, die wohl alle mit Kreuzen, aber nicht alle mit Inschriften versehen sind. Von den hier gefundenen Grabsteinen liegen mir einige Originale, Papierabdrücke und Photographien vor. Einige dieser Inschriften theile ich hier mit.

Den zweiten Friedhof, der eine Ausdehnung von etwa 120 Faden (gegen 240 Meter) Länge und 60 Faden Breite hat, entdeckte ein Feldmesser, Namens Andrejew, in dem Gemeindebezirk Alamendina, auf dem Boden der Kara-Kirgisen, gleichfalls in der Nähe der Vorberge der Alexander-Bergkette, gegen 10 Werst von Pischpek, dem Hauptorte des Kreises Tokmak[1]). Fast der ganze Raum dieses Friedhofes ist als Ackerboden bebaut, mit Ausnahme der kleinen Anhöhen, die von dem daneben fliessenden Kanal nicht bewässert werden können und die, wie Herr Pantussow vermuthet, Ueberreste von Familiengräbern darstellen. Auf diesen kleinen Erhöhungen finden sich haufenweise die Grabsteine, die dorthin, wenigstens zum Theil, beim Pflügen des Bodens gebracht wurden. Andere Grabsteine, und zwar die bei weitem überwiegende Zahl derselben, haben sich durch ihre Schwere, allerdings nicht tief, in den Boden versenkt und mussten ausgegraben werden.

Die Grabsteine, die auch hier alle mit Kreuzen, — zum Theil von anderer Form, als die der zuerst erwähnten Grabsteine —, aber nicht immer mit Inschriften versehen sind, bestehen aus einfachen, harten Feldsteinen aus Granit, öfters aus Diorit, von verschiedener Grösse und Form, die weder behauen, noch durch Menschenhände geglättet sind; nur bei wenigen unter ihnen ist die Oberfläche zwar nicht geglättet, aber ein wenig geebnet worden[2]). Grabsteine von der Grösse etwa einer Arschin[3]) sind sehr selten; die allermeisten sind bedeutend kleiner, etwa $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ Arschin. Zur Zeit, als Herr Pantussow seinen ersten Bericht abgefasst hatte, waren auf diesem Friedhofe über 600 Grabsteine gesammelt worden, die zwar vom hohen Grase bedeckt waren, aber sich ganz, oder fast ganz auf der Oberfläche des Bodens befanden. Nach einer ungefähren Berechnung des Hrn. Pantussow dürften sich auf diesem Friedhofe gegen 3000 Gräber und wahrscheinlich eben so viele Grabsteine finden, von welchen letzteren, wie er meint, etwa der fünfte Theil

1) Tokmak liegt unweit des Ausflusses des Tschu; Pischpek befindet sich gleichfalls in der Nähe desselben Flusses, aber gegen 50 Werst weiter nordwestlich. Der letztere Ort, wo die Hauptmasse der Grabsteine gefunden wurde, liegt gegen 250 Werst westlich von Wjernoje, gegen 540 Werst westlich von Kuldscha und gegen 420 Werst nördlich von Kaschgar.

2) Unter den nach St. Petersburg gebrachten Steinen befindet sich ein viereckiger, von beiden Seiten behauener Sandstein und auch ein gebrannter Ziegelstein; letzterer ist vollkommen zertrümmert hieher angelangt.

3) 1 Arschin = 0,71 Meter.

nur mit Kreuzen versehen ist, aber keine Inschriften enthält. Aus der Lage der an ihren ursprünglichen Stellen liegenden Grabsteinen kann man ersehen, dass die Gräber in von Nord nach Süd parallel laufenden Reihen geordnet waren. Aus der Form der Grabsteine und aus der Art und Weise, wie die Inschriften auf denselben eingegraben sind, glaube ich, gegen die Meinung des Herrn Pantussow, folgern zu können, dass jene in der Regel horizontal auf den Gräbern gelegen, aber nicht aufrecht gestanden haben.

Einige Gräber sind oben und an den Wänden mit gebrannten Ziegeln von Quadratform ausgelegt. Beim Oeffnen einiger Gräber zeigte es sich, dass in manchem Grabe einige Verstorbene ihre Ruhestätte beisammen gefunden haben[1]). In der That werden in manchen Grabinschriften mehrere Namen von Verstorbenen erwähnt, denen zusammen ein Grabstein gesetzt wurde.

In der Nähe dieses Friedhofes finden sich Ueberreste von alten Bauten aus Quadratziegeln, wie man deren viele in dem Flussthale des Tschu findet. Hr. Pantussow macht darauf aufmerksam, dass in einer Entfernung von etwa 3 Werst von diesem Friedhofe kleine Ulmenhaine, so wie auch einzelne Ulmen sich finden, die in früherer Zeit von der daselbst ansässig gewesenen Bevölkerung angepflanzt worden sein müssen, da diese Baumart in jener Gegend sonst nicht vorkommt. In einer Entfernung von etwa 3 Werst südlich von diesem Friedhofe fand Hr. Pantussow unter den Steinen, welche die Einfassung der Quelle Tasch-Paschat bilden, einen in zwei Theile gebrochenen Sandstein, der mit einer Inschrift versehen, die den Inschriften auf jenem Friedhofe ähnlich ist; und da es in der Nähe jener Quelle viele Steine giebt, die man als Einfassung gebrauchen konnte, vermuthet Hr. P., dass dieser beschriebene Stein nicht aus jenem Friedhofe herrühre, sondern sich hier an seiner ursprünglichen Stelle befinde. Welche Bestimmung dieser Stein an jenem Orte hatte, lässt sich freilich nicht angeben, so lange der Inhalt der Inschrift — die übrigens auch mongolisch sein kann[2]) — unbekannt ist. Nach den Aussagen der Kirgisen sollen 20—30 Werst nordwestlich von Pischpek im Flussthale des Tschu grosse mit Kreuzen versehene Steine, so wie auch viele Ueberreste alter Ansiedelungen, sich finden.

In Wjernoje, dem Hauptorte von Semirjetschie, waren es seine Eminenz der Bischof Neophyt und der erwähnte Herr Pantussow, die das meiste Interesse für diesen Fund an den Tag legten; besonders war es Letzterer, der Ausgrabungen an Ort und Stelle machen und gegen 160 Grabsteine nach Wjernoje kommen liess. Desgleichen liess er photographische Copien und Papierabdrücke von vielen Inschriften verfertigen, bemühte sich die Aufsuchung der Steine weiter zu verfolgen und, soviel es in seinen Kräften steht,

1) Herr Pantussow bemerkt, dass es bei verschiedenen türkischen Völkerschaften Sitte war und noch jetzt ist, mehrere, unter einander verwandte Personen in ein Grab zu legen.

2) Eine aus jener Gegend stammende mongolische Inschrift hielt ich selbst, allerdings nur einige Augenblicke, für syrisch, und ein grosser Kenner des Mongolischen hielt einige, ihm zugeschickte syrische Inschriften aus Semirjetschie für mongolisch und suchte sie auch aus dem Mongolischen zu erklären; nur meinte dieser Gelehrte, dass die von ihm für mongolisch gehaltene Schrift dieser Inschriften einige auffallende Eigenthümlichkeiten aufweise, die sonst in der mongolischen Schrift nicht vorkommen.

Aufschluss über den Inhalt der Inschriften zu erlangen. Da Niemand dieselben an Ort und Stelle entziffern konnte, ja nicht einmal wusste, in welcher Schrift und Sprache sie abgefasst sind, schickte er verschiedene Grabsteine und Copien von Inschriften an verschiedene gelehrte Gesellschaften, sowie auch an die katholischen Missionäre in Kuldscha, und, in der Meinung, die Schrift könnte oigurisch sein, sogar an den Lama der Kalmyken daselbst. Letzterer wollte in der unten mitgetheilten, dunkeln Inschrift № 44 die buddhistische Gebetsformel Om ma Hom gefunden haben! Der hiesigen archäologischen Commission[1]) hat er über 115 Grabsteine im Originale, gegen 100 Farben- und Grafit-Abzüge, — von mancher Inschrift in mehreren Exemplaren — und gegen 200 photographische Abdrücke, zugeschickt. Herr Pantussow hätte die so glücklich begonnene und so eifrig verfolgte Arbeit ohne Unterbrechung fortgesetzt, wenn nicht das am 9. (21.) Juni 1887 stattgefundene furchtbare Erdbeben in jener Gegend, welches im Laufe von drei Monaten hintereinander sich oft wiederholt hat, Wjernoje fast ganz in Ruinen verwandelt hätte, und Herr P. als Beamter in Folge dessen so sehr anderwärts in Anspruch genommen worden wäre, wodurch er gezwungen war, jene Arbeiten für längere Zeit bei Seite zu lassen. Nachdem man aber gegen acht Monate lang ganz ohne Nachrichten von ihm war, erhielt die archäologische Commission zu meiner grossen Freude von ihm 6 Grabsteine — von denen zwei, mir bis dahin unbekannte, nicht unwichtige Grabinschriften enthalten — und mehrere Farben-Abzüge von mir zwar bekannten, aber auf den photographischen Abdrücken nicht genügend deutlichen Inschriften. Zugleich hat er seine sehr löbliche Absicht ausgedrückt, im Sommer des Jahres 1888 seine Untersuchungen auf jenen beiden Friedhöfen fortzusetzen. Seit jener Zeit hat er wiederholt Grabsteine an die erwähnte Commission geschickt, die mir von grossem Nutzen waren und die mir ermöglichten, manche Inschrift zu entziffern, die ich früher, bei der schlechten Beschaffenheit vieler Photographien, nicht entziffern konnte.

Das mir jetzt zu Gebote stehende Material besteht aus Folgendem:

I) Ueber 115 Originalgrabsteine, von denen nur einige wenige von dem Friedhofe bei Tokmak herstammen, die anderen rühren von dem bei Pischpek her. Alle diese Steine befinden sich jetzt im Asiatischen Museum der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften und sind daselbst von mir chronologisch geordnet worden.

II) Gegen 200 photographische Abdrücke; von diesen rühren etwa 185 von Hrn. Pantussow her[2]) und gegen 15 von Herrn Jadrinzew[3]), der sie von dem obenerwähnten Hrn. Dr. Pojarkow erhalten und mir zur Verfügung gestellt hat. Einen photographischen Abdruck erhielt ich aus Kazan, wohin derselbe wohl von Hrn. Pant. zur Ansicht geschickt wurde.

1) Die Aufgabe dieser, von Kaiserlicher Munificenz reichlich ausgestatteten Commission besteht darin, archäologische Ausgrabungen zu unternehmen und zu leiten, die Funde zu sammeln und bekannt zu machen.

2) Die von diesem herrührenden photogr. Abdrücke sind von 1—224 numerirt, es fehlen aber viele №№. Herr P. hat wahrscheinlich zuerst die von ihm gefundenen Steine numerirt, aber nicht alle photographiren lassen.

3) Auch die von diesem herrührenden photogr. Abdrücke sind numerirt von 1—28, aber auch von diesen fehlen viele №№.

III) Viele Papier-Abzüge von etwa 110 Inschriften, von denen mir auch photographische Abdrücke vorliegen. Von mehreren dieser Papier-Abzüge finden sich einige identische Exemplare. Diese Papier-Abzüge sind zweierlei Art: Grafit-Abzüge auf Seiden-Papier, abgezogen von dem mit einem Grafit-Pulver überzogenen Stein. Die andere Art sind einfache Abdrücke auf gewöhnlichem Papiere, abgezogen von den mit Druckerschwärze bestrichenen Steinen. Bei dieser Procedur bleiben alle Vertiefungen und natürlich auch die Buchstaben auf dem Abdrucke weiss. Diese Art von Abdrücken — die ich hier mit dem Ausdrucke Farben-Abzüge bezeichne — sind die billigsten, am leichtesten zu verfertigen und, was die Hauptsache ist, die deutlichsten.

Die Entzifferung aller dieser Inschriften war mit manchen, anfangs scheinbar unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden. Die erste zu überwindende Schwierigkeit bot der Charakter der Schrift selbst. Alle Inschriften nämlich, von Nestorianern herrührend, sind in einem eigenartigen, sehr viele Variationen darbietenden syrisch-nestorianischen Schrifttypus abgefasst. Die älteren nestorianischen Handschriften stehen dem Estrangelo sehr nahe und sind daher ziemlich leicht zu lesen, schwieriger zu lesen sind die jüngeren, in denen die Schrift starke Neigung zum Cursiv zeigt und wo neue Buchstabenformen vorkommen. In unseren Inschriften aber, deren Schriftcharakter, wie nachgewiesen werden wird, den vielfach variirenden Uebergang vom Estrangelo zum neunestorianischen Schrifttypus bildet, kommen solche Formen vor, die ich bis jetzt noch nirgends gefunden habe. In syrischen Wörtern konnte der Lautwerth dieser, anderwärts nicht vorkommenden Buchstaben aus dem Zusammenhange errathen werden, in den zahlreichen, in diesen Inschriften vorkommenden nicht-syrischen Wörtern und Eigennamen konnte dies nicht leicht geschehen. Ein Buchstab kommt auch in diesen Inschriften vor, der gar nicht dem syrischen Alphabete angehört und sicher dem Arabischen entlehnt ist; und da dieser Buchstab nur in nicht-syrischen Wörtern vorkommt, war das Erkennen seines Lautwerthes schwierig.

Eine andere Schwierigkeit lag in den zahlreichen, in den Inschriften vorkommenden, türkischen Eigennamen und türkischen Wörtern. Da ich in den syrischen Grabinschriften keine türkische Ausdrücke erwartet habe und ich noch obendrein der türkischen Sprache nicht mächtig bin, bot mir die grosse Anzahl der, mir anfangs völlig unbekannten Worte sowohl für das Lesen, als auch für die Erklärung derselben, grosse Schwierigkeiten dar. Erst mit Hülfe des Hrn. Akademikers W. W. Radlow gelang es mir den Sinn der türkischen Ausdrücke zu erfassen und den Lautwerth jenes, nur in türkischen Eigennamen und in türkischen Wörtern vorkommenden, nicht-syrischen Buchstaben zu erkennen.

Eine dritte Schwierigkeit lag in den eigenthümlichen, doppelten Datirungen in diesen Inschriften, zu denen erst der Schlüssel gefunden werden musste, ohne den dieselben scheinbar unlösbare Räthsel darboten. Diesen Punkt wollen wir gleich näher besprechen.

II.

Aeussere und innere Form der Grabinschriften.

Die Form und äussere Beschaffenheit der Grabsteine habe ich oben beschrieben. Die Inschriften sind auf der Stelle des Steines eingravirt, welche die grösste und relativ am meisten ebene Fläche darbietet, ohne Rücksicht auf Spalten und grössere, oder kleinere Vertiefungen auf derselben. Letztere erschweren oft sehr das Lesen der Inschriften — besonders wenn man auf photographische oder Papier-Abdrücke angewiesen ist —, da man oft nicht wissen kann, ob dieser oder jener Punkt oder Strich einen Theil eines Buchstaben bildet, oder nicht.

Die Inschriften sind nur auf einer Seite des Steines eingravirt, und nur ein Stein ist mir bekannt, wo auf beiden Seiten desselben zwei, aus verschiedenen Jahren herrührende Inschriften (№ 44 und № 45) sich befinden.

Manche Inschriften rühren offenbar von der Hand eines gelernten Steinmetzes her, die meisten dagegen sehen so aus, als ob sie mit einem spitzen Instrumente von mehr, oder minder ungeübter Hand eingekritzelt wären, und, da die Härte des Steines an verschiedenen Stellen verschieden und somit der Widerstand desselben gegen den Druck des Griffels nicht gleichartig ist, sind viele, den Buchstaben bildende Linien selbst auf den Originalen oft kaum sichtbar. Auch das häufig an den Kreuzen angebrachte Geschnörkel (s. gleich) erschwert oft das Lesen der Inschriften.

Auf jedem Grabstein befindet sich ein oft mit verschiedenen Schnörkeln verziertes Kreuz, um welches die Inschrift placirt ist. In der Regel beginnt diese horizontal über dem Kreuze, geht dann senkrecht links, darauf rechts von demselben und endigt, wenn die Inschrift länger als gewöhnlich ist, mit den horizontalen Zeilen unter dem Kreuze. Beim Anordnen der Zeilen kommen aber viele Unregelmässigkeiten vor und oft hat der Graveur die Worte dorthin gesetzt, wo er gerade noch leeren Platz fand. Diese Unregelmässigkeiten sind zu mannigfaltig, als dass ich sie alle hier angeben könnte. In den meisten Fällen wird man durch den Sinn und durch die Analogie leicht auf die richtige Reihenfolge der Zeilen hingeleitet; es giebt aber auch nicht wenige Fälle, wo die Zeilen gar zu sehr unter einander geworfen sind und wobei die richtige Reihenfolge derselben zweifelhaft ist. In solchen Fällen theile ich — wenn das Original nicht phototypisch in den beiliegenden Tafeln reproducirt ist — zuerst die Inschrift in der Gestalt mit, wie sie sich auf dem Steine befindet, und ordne dann die Zeilen und die einzelnen Worte so, wie ich sie ordnen zu müssen glaube.

Die datirten Inschriften beginnen in der Regel mit dem Datum nach der seleucidischen Aera, von der, — da dieses mit dem ersten Oct. beginnende Jahr mit dem christlichen sich nicht deckt—bald 311, bald 312 Jahre abgezogen werden müssen, um das letztere zu finden. Auf dieses Datum folgt gewöhnlich das des 12jährigen Thiercyclus, wo jedes Jahr nach einem bestimmten Thiere benannt wird (s. gleich) und wobei der Name desselben bald nur syrisch, was in den ältern Inschriften häufiger der Fall ist, bald nur türkisch, was ziemlich selten vorkommt, bald syrisch und türkisch, was oft gebräuchlich ist, angegeben wird. In mehreren Inschriften ist nur das letztere Datum, d. h. das nach dem zwölfjährigen Thiercyclus, angegeben, wobei natürlich das wirkliche Alter der betreffenden Inschrift unbestimmbar bleibt. Das, was darauf folgt, ist in der Regel syrisch, meistens schlecht syrisch und ungrammatikalisch abgefasst[1]), und häufig mit türkischen Worten — natürlich in syrischer Schrift — untermischt. Es giebt aber auch umgekehrt einige türkisch abgefasste Inschriften, in denen einige syrische Worte vorkommen.

Zum bessern Verständniss der beifolgenden Inschriften, sehe ich mich genöthigt hier folgende Bemerkung vorauszuschicken.

Die Chinesen, Türken, Mongolen und mehrere andere ostasiatische Völker datirten und datiren zum Theil noch jetzt nach einem zwölfjährigen Cyclus, wobei jedes Jahr desselben nach einem bestimmten Thiere benannt wird[2]). Die Namen der 12 Jahre dieses Cyclus lauten in unsern Inschriften wie folgt:

Das 1. Jahr das «Mause-Jahr», syrisch ܥܘܟܒܪܐ, türkisch ܣܨܟܐܢ.
Das 2. Jahr das «Stier-Jahr», syrisch ܬܘܪܐ, türkisch ܐܘܕ.
Das 3. Jahr das «Tiger-Jahr», syrisch ܢܡܪܐ, türkisch ܦܐܪܣ, od. ܦܐܪܙ, auch ܦܪܣ.
Das 4. Jahr das «Hasen-Jahr», syrisch ܐܪܢܒܐ od. ܐܪܢܘܒܐ, türkisch ܛܐܒܫܒܐܢ.
Das 5. Jahr das «Drachen-Jahr», syrisch ܐܬܠܝܐ, türkisch ܠܘܘ.
Das 6. Jahr das «Schlangen-Jahr», syrisch ܚܘܝܐ, türkisch ܝܝܠܐܢ, od. ܐܝܠܐܢ.
Das 7. Jahr das «Pferde-Jahr», syrisch ܣܣܝܐ, türkisch ܝܘܢܛ.
Das 8. Jahr das «Schaf-Jahr», syrisch ܥܪܒܐ, türkisch ܩܘܝ, od. ܩܘܝ.
Das 9. Jahr das «Affen-Jahr», syrisch ܩܘܦܐ, türkisch ܦܝܨܝܢ.
Das 10. Jahr das «Huhn-Jahr», syrisch ܬܪܢܓܠܐ, türkisch ܛܐܩܐܒܘ.
Das 11. Jahr das «Hunde-Jahr», syrisch ܟܠܒܐ, türkisch ܐܝܬ.
Das 12. Jahr das «Schweine-Jahr», syrisch ܚܙܝܪܐ, türkisch ܛܘܢܓܘܙ[3]).

1) Ich werde daher unten bei der Mittheilung der Texte der Inschriften nicht auf die zahlreichen, in denselben vorkommenden grammatikalischen Fehler aufmerksam machen und noch weniger diese verbessern, sondern ich werde mich darauf beschränken, auf die sprachlichen Eigenthümlichkeiten dieser syrischen Texte an einer geeigneten Stelle kurz aufmerksam zu machen.

2) Die Chinesen haben diesen Cyclus verfünffacht und dadurch ihren bekannten 60jährigen Cyclus gewonnen.

3) Die Thiernamen des 12jährigen Cyclus lauten bei El-Bîrûnî in dessen كتاب الآثار p. ٧٠ wie folgt: 1) سجقان, Siǵqân, die Maus; 2) اود, Od, der Stier; 3) بارس, Bârs, der Tiger; 4) تفشخان, Tefschichân, der Hase; 5) لو, Lû, der Drache; 6) ييلان, Jilân, die Schlange; 7) يونت, Jônt od. Junat, das Pferd; 8) قوى,

Vor der Nennung dieses Thiernamens steht oft ܫܢܬ, wird aber auch häufig weggelassen. Die gewöhnliche Datirungsformel ist z. B. ܫܢܬ ܐܬܩܣܐ ܗܘܐ ܫܢܬ ܟܠܒܐ ܛܘܪܟܐܝܬ ܐܝܬ d. h. «Im Jahre 1561, das war das Hunde-Jahr, türkisch It» (der Hund); es kommen aber auch dabei verschiedene Variationen vor.

Ich schreite nun zur Mittheiluug der Texte dieser Inschriften, wobei ich mich zunächst auf die Uebersetzung und auf zum Verständniss nothwendige Erklärung derselben beschränken und alles Unsichere genau als solches angeben werde. Von den sogenannten Realien, wie Schriftform, Sprache, Eigennamen, Eulogien u. s. w. werde ich am Schlusse handeln.

Hr. Pantussow hat die von ihm gesammelten Grabsteine nicht nach einer bestimmten Ordnung, sondern, da er den Inhalt der Inschriften nicht kannte, nach dem Zufall, wie sie ihm gerade in die Hände kamen, numerirt und zwar von 1—224. Den Nummern der Grabsteine entsprechend sind auch—mit sehr wenigen Ausnahmen—die photographischen, Farben- und Grafit-Abdrücke numerirt. Diese Nummern habe ich hier überall in Klammern ( ) angegeben, und sie müssen auch für künftige Forscher beibehalten werden, damit dieselben sich leicht in dem mir vorliegenden Material zurecht finden können. Da ich aber die datirten Inschriften streng chronologisch geordnet habe und ich während der Bearbeitung derselben vielfach neues Material erhielt, — was wohl auch während des Druckes der Fall sein dürfte —, musste ich oft die Numeration, und natürlich auch alle Verweisungen, ändern. Um diesem Uebelstande zu entgehen, fand ich es für gut, einfach das Datum als Numeration zu gebrauchen, wobei man auch den Vortheil hat, dass bei Verweisungen, so wie auch in den Indices bei Angabe der Nummer der betreffenden Inschrift man dabei auch das Datum derselben erhält. Die datirten Inschriften beginnen mit dem Jahre 1560 (= 1249) und gehen bis zum Jahre 1656 (= 1345) der seleuc. Aera. Um aber nicht bei Verweisungen und in den Indices vier Ziffern setzen zu müssen, werde ich nur die Zehner und die Einer, — resp. nur die letzteren —, als Numeration setzen, wobei bei den Zahlen 60—99 man sich 1500 und bei den 1—56 die Zahl 1600 hinzuzudenken hat. In den Fällen, wo einige oder mehrere Inschriften gleiche Daten haben, werde ich der betreffenden Zahl noch eine Ziffer hinzufügen, z. B. 97; 97,1; 97,2 u. s. w. Die neuen Inschriften, die ich noch während des Druckes zu erhalten hoffe, werde ich auf die angegebene Weise leicht an ihren richtigen Platz einfügen können. — Die undatirten Inschriften werde ich, um sie leicht als solche zu erkennen, mit römischen Ziffern numeriren.

Kûi, das Schaf; 9) بيجين, Biģîn, der Affe; 10) تغوق, Tagûq, die Henne; 11) ايت, Eit, od. It, der Hund und 12) تونكز, Tônguz, das Schwein. Bei Ulûg-Bek lauten einige Namen anders; so 1) كسكو, Keskû; 2) اوط, Ot; 4) طوشقان, Tûschqân; 5) لوى, Lui; 7) يوند, Jûnad; 9) پيچين, Pitschîn; 10) داقوق, Dâqûq und 12) طنغوز, Tongûz. Ueber diesen Cyclus, seinen Ursprung und seine Verbreitung vgl. Ideler, Ueber die Zeitrechnung der Chinesen; in den philosoph.-philologischen Abhandlungen der Königl. Acad. d. W. in Berlin aus dem Jahre 1837; Berlin, 1839. p. 276 ff.

Im Jahre 1886 habe ich 22 von diesen Inschriften theils nach kleinen, sehr mangelhaften Photographien, theils nach sehr schlechten, von freier Hand verfertigten Copien edirt, und zwar deutsch in den Mémoiren der Kaiserl. russ. Akad. d. Wissenschaften, XXXIV, № 4, betitelt: «Syrische Grabinschriften aus Semirjetschie», mit einer Tafel, und russisch in den Записки вост. отдѣленіе Импер. русск. археолог. общ. (Mém. der morgenl. Abth. der Kaiserl. russ. archeol. Gesellschaft) I, p. 84 ff., 217 ff. und 303 ff., wo noch 10 andere Inschriften mitgetheilt sind, die in der deutschen Ausgabe sich nicht finden. Alle diese Inschriften sind hier auf guter Grundlage und in möglichst correcter Gestalt von Neuem edirt.

Zu dem oben p. 6, über die äussere Form der Inschriften Gesagten glaube ich noch Folgendes hinzufügen zu müssen. Das Kreuz auf den Grabsteinen stehr oft bald ganz, bald theilweise über der Inschrift, am häufigsten aber innerhalb derselben. Die Form der Kreuze ist, mit nur sehr wenigen Ausnahmen, der Art, dass man aus ihr mit Sicherheit erkennen kann, wo oben und wo unten ist. Die Stelle, wo die Inschrift beginnt, ist leicht zu finden; denn dieselbe fängt in der Regel mit dem Datum, oder mit den Worten ܗܕܐ ܩܒܪܐ ܕ, «dieses ist das Grab des» . . . an. Der Anfang der Inschrift befindet sich in der Regel über dem Kreuze, aber auch oft in der ersten verticalen Zeile links von demselben. Wenn das Kreuz mitten in der Inschrift placirt ist, dann sind die Zeilen links und rechts, zuweilen auch die unter demselben, vertical eingravirt. Befindet sich aber das Kreuz ganz, oder theilweise über der Inschrift, laufen alle Zeilen derselben vertical und sind von links nach rechts zu lesen. Ich mache auf diesen Umstand besonders aufmerksam, weil man darin, wie ich glaube, einen sichern Anhaltspunkt finden kann zur Erklärung der Art und Weise wie die verschiedenen, aus der syrischen Schrift abgeleiteten Schriftarten, wie z. B. Uïgurisch, Mongolisch u. dgl. a., noch bis jetzt geschrieben werden. — Manchmal findet die verticale Zeile links ihre Fortsetzung horizontal unter dem Kreuze, und in diesem Falle stehen die Buchstaben in der Regel verkehrt, d. h. mit den Köpfen nach unten. Geht dagegen die Fortsetzung horizontal von der verticalen Zeile rechts vom Kreuze aus, stehen die Buchstaben regelrecht. Es kommen aber auch Fälle vor, wo die Fortsetzung sowohl von den Zeilen links, als auch von denen rechts vom Kreuze vertical unter demselben stehen. Mit diesen Angaben sind freilich noch nicht alle vorkommenden Variationen erschöpft.

III.

Die Grabinschriften.

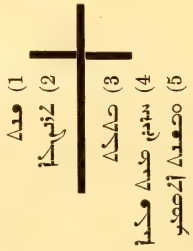
A.

Die datirten Grabinschriften.

№ 60 (159).

Nach dem Originale (Tafel I, № 60).

Auf dem Steine ist diese Inschrift auf folgende Weise placirt:



Es ist oben bemerkt worden, dass die richtige Reihenfolge der Zeilen auf den Steinen oft ausser Acht gelassen wurde und dass dieselbe erst aufgesucht werden müsse[1]). Hier dürften, wie ich glaube, die Zeilen wie folgt geordnet werden:

1) ٥٧٨
2) ٦٧٦٦٨
3) ٥٥٧٨ ٦٧٦٦
4) ٥٨٨٨
5) ٦٧٦٦ ٥٧٨ ٦٧٦٦

1) Vgl. unten № 75. 75,1 u. 2. 98,1. 10. 11,3. 17. 18. 27,1 u. 50,17.

«[Im] Hahn-Jahre (dem 10. des zwölfjährigen Thiercyclus) und im Jahre 1560 (der seleuc. Aera = 1249 n. Chr. Geb.), am dritten des (Monats) Chezîran (Juni) starb **Schelia**».

Diese Inschrift unterscheidet sich nicht unwesentlich von den andern Inschriften sowohl hinsichtlich des Schriftcharakters, als auch in Bezug auf den Stil und die Art der Datirung, was aus der beiliegenden Abbildung und auch aus dem Vergleich mit den andern Inschriften leicht zu ersehen ist.

ܬܪܢܓܠܐ, der Hahn, steht hier, wie auch unten № 44 und 56, statt ܬܪܢܓܠܬܐ, die Henne, weil der türkische Name dieses Jahres: Tagaku, eigentlich das Huhn (das Geschlecht) bedeutet[1]).

Das Hahn-Jahr entspricht wirklich dem Jahre 1560 = 1249[2]).

Zeile 3 (4) steht ܒܬܠܬ statt ܒܬܠܬܐ; ich bemerke hier ein für allemal, dass das Geschlecht der Zahlwörter in diesen Inschriften in der Regel falsch angegeben ist, was übrigens auch bei uncorrect schreibenden arabischen Schriftstellern und im Vulgärarabischen oft der der Fall ist. — Der Monatstag ist nur hier, dann № 92 und 11,4 angegeben; in № 66 ist der Wochen- aber nicht der Monatstag angegeben.

Der sehr oberflächlich eingekritzelte Name des Verstorbenen (Zeile 4 = 5) ist schwer zu entziffern. Der erste Buchstab scheint eher ein ܫ als ein ܒ zu sein und auch den 2. Buchstaben möchte ich lieber ܠ als ܢ lesen.

ܫܠܝܐ hat im Syrischen eine Bedeutung: die Ruhe, und kann somit syrisch sein. Der Name שילא kommt in der syrischen und rabbinischen Literatur öfters vor. — Ueber die in diesen Inschriften vorkommenden Eigennamen wird weiter unten besonders gehandelt werden.

Die beiden letzten Buchstaben des Datums, Zeile 5 (3) scheinen mir unzweifelhaft zu sein; weshalb aber dasselbe durch ܐܬܩܡܟ statt des regelrechten ܐܬܩܣ ausgedrückt ist, kann ich nicht angeben. Bei den Juden ist es zwar sehr gewöhnlich, die Zahlbuchstaben des Datums umzusetzen, oder z. B. מ und נ statt צ zu schreiben, um auf diese Weise den Gebrauch eines Wortes von schlimmer Bedeutung auszuweichen, — z. B. שד״ם statt שמ״ד,

1) Herr Akad. W. W. Radlow machte in Bezug auf diesen Punkt folgende Bemerkung: «Uigur. tagu. Dschag. taguk. Alt. takka. Mong. taugak. Koman. Kirgis. Kasan. tauk, Henne, oder das deutsche Huhn (das Geschlecht); vergl. z. B. Kirgis. aigyr tauk (Huhn-Hengst = Hahn). Im Jarlyk des Tochtamisch steht: ܛܚܚܘܩ das Jahr tagagu».

2) Die hier und bei verschiedenen Gelegenheiten weiter unten zu lesenden Erörterungen über die Correspondenz der christlichen Jahre und der der seleucidischen Aera mit denen des zwölfjährigen Thiercyclus beruhen auf den betreffenden Tabellen bei Idler, l. c., p. 225—240, welche die Zeit von 2597 vor—1333 nach Chr. umfassen. Zu meinem Privatgebrauch habe ich mir auf Grund dieser Inschriften eine Tabelle für die Zeit von 1455 (=1144) — 1671 (= 1360) verfertigt.

רב״ע statt רע״ב —, oder um aus den Zahlbuchstaben ein Wort mit irgend einer Anspielung zu bilden; es ist mir aber nicht bekannt, dass auch Syrer auf diese Weise zu datiren pflegten. Die Wurzel صعنر kommt auch, so viel mir bekannt ist, im Syrischen nicht vor. Es ist übrigens möglich, dass der Steinmetz aus Versehen ڪ statt ڪ gesetzt und nachher, seinen Irrthum bemerkend, ن hinzugefügt hat.

№ 61 (142).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

«Im Jahre 1561 (= 1250 n. Chr.), dieses ist im Hunde-Jahre. Dieses ist das Grab der **Mariam** (Marie) **Koschtanz**».

Der 4. Buchstab des Datums ist in der Photographie unsichtbar, im Farben-Abdruck dagegen unzweifelhaft. Das Jahr 1560 entspricht nicht dem Hunde-Jahre, dem 11. Jahre im 12jährigen Thiercyclus, 1561 = 1250 dagegen correspondirt wirklich mit jenem Jahre. Ich vermuthe daher, dass am Schlusse des Datums noch ein ى sich befand, das aber verwischt wurde und daher auf den Abdrücken unsichtbar ist.

Doppelnamen, von denen der zweite grösstentheils kein Familienname ist, findet man in diesen Inschriften und auch sonst bei den Syrern überhaupt sehr häufig.

Der Name Koschtanz kommt in ziemlich vielen Inschriften und zwar, wie es scheint, immer als weiblicher Name vor[1]); wahrscheinlich ist derselbe als Corruption von Constantia anzusehen.

Ueber den Gebrauch des arabischen Buchstaben ڤ in Eigennamen und auch sonst in türkischen Wörtern werden wir weiter unten sprechen, wo wir von dem Alphabet dieser Inschriften handeln werden.

---

1) Vgl. 65 (?). 80,1. 85. 19. 91,1. 42, 1 u. 3. u. XXVI.

№ 65 (183).

Nach dem Originale (Tafel I, № 65).

Diese Inschrift befindet sich auf einem behauenen, viereckigen, ziemlich festen Sandsteine, dessen unteres Ende abgebrochen und dessen Oberfläche, früher offenbar geglättet, jetzt sehr uneben ist und viele Vertiefungen zeigt, so dass mancher Buchstab der Inschrift unleserlich geworden ist. Dieselbe ist wie gewöhnlich über dem Kreuze und dann vertical links und rechts von demselben gesetzt. Die einzelnen Zeilen müssen anders geordnet werden als auf dem Steine, was, wie bemerkt, oft der Fall ist. Wie die Zeilen auf dem Steine geordnet sind ist aus der beiliegenden Abbildung zu ersehen. Ich lese die Inschrift und ordne die Zeilen derselben wie folgt:

ܒܫܢܬ ܐܬܩܣܗ (1
ܗܘܐ ܛܘܪܟܝܐ[ܝ]ܬ (2
ܐ[ܘ]ܕ (3
ܗܕܐ ܗܝ ܩܒܪ[ܗ] (4
ܕܡܪܝܡ ܚܬܘܢ ܟܘ[ܫܬܢܙ(?)] (5

«Im Jahre 1565 (= 1253), d. i. türkisch (d. h. nach dem 12jährigen Thiercyclus) Aud (im Stier-Jahre). Dieses ist das Grab der **Mariam Chatun Ko**[schtanz (?)]».

Der letzte Buchstab des Datums ist nicht ganz sicher, ist aber unzweifelhaft als ܗ zu lesen. In der 3. Zeile ist das ܐ recht deutlich, weniger das ܕ; das ܘ ist ganz zerstört; das deutliche ܐ lässt aber keinen Zweifel zu, dass dieses Wort ܐܘܕ, der Stier, zu lesen sei.

Ueber die weibliche Form ܗܕܐ ܗܝ, — wofür auch verkürzt ܗܕ ܗܝ und ܗܕܝ vorkommen, — vor dem männlichen ܩܒܪܐ werden wir weiter unten in dem Capitel: über die Sprache dieser Grabinschriften, sprechen. Vorläufig wollen wir bemerken, dass dieses weibliche Pronomen in der Regel da gebraucht wird, wo die Inschrift einer weiblichen Person gewidmet ist.

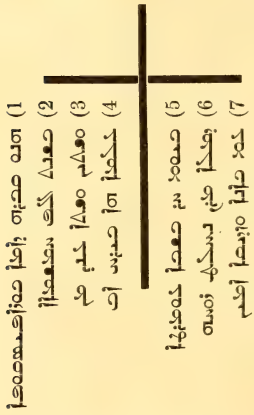
Die letzten zwei Buchstaben Zeile 5, von denen nur das ܘ ganz sicher ist, mögen den Anfang eines Namens bilden, dessen Ende auf dem abgebrochenen Theile des Steines sich befunden haben dürfte. Vielleicht ist ܟܘ der Anfang des ziemlich häufig vorkommenden Frauennamens ܟܘܫܬܢܙ, Koschtanz (vgl. die vorangehende Seite Anmerk. 1).

Das seleuc. Jahr 1565, welches mit dem ersten October beginnt, correspondirt in seinen ersten drei Monaten mit dem Stier- und seinen letzten 9. mit dem Tiger-Jahre des 12jährigen Thiercyclus. Diese Grabinschrift stammt somit aus der Zeit vom 1. October 1253 bis gegen Mitte Januar des Jahres 1254 n. Chr.

Chatun bedeutet die Frau, auch die Herrin und kommt oft als Eigenname vor. Von den in diesen Inschriften vorkommenden türkischen Eigennamen wird weiter unten besonders gehandelt werden.

№ 66 (138).

Nach dem Originale (Tafel I, № 66).



Diese Grabinschrift unterscheidet sich in vieler Hinsicht von den meisten andern Grabinschriften. Die Schrift der Zeilen 2, 3 und 4 ist tief und ziemlich gross, die der übrigen viel kleiner und feiner. Sie fängt auch nicht wie sonst gewöhnlich mit Angabe der Jahreszahl, sondern mit ܗܢܘ ܟܒܪܐ und giebt nicht nur den Monat, sondern auch den Wochentag des Todes an.

Zeile 1. ܗ in ܟܒܪܗ und das folgende ܕ sind unsicher. Der darauf folgende Name lautet sicher ܐܡܐ und nicht ܐܒܐ; der zweite Buchstab ist ganz verschieden von den andern ܒ in dieser Inschrift, auch ist der Strich links auf dem Originale ziemlich deutlich. אמי ist ein in der talmudischen Literatur häufig vorkommender Name.

Der Titel ܟܘܪܦܝܣܩܘܦܐ, d. h. Chorepiscopus, kommt auch in № 73. 3,5 und 18 vor. Ueber diese, so wie auch über die andern, in diesen Inschriften vorkommenden Kirchenwürden werde ich weiter unten handeln.

Zeile 3 f. Die hier gebrauchte Formel kommt auch in № 75 vor, nur steht hier das weniger passende ܗܐ statt ܗܕܐ.

Zeile 5. Das letzte Wort ist unsicher und unverständlich. Die Buchstaben ܥܘܡ sind ganz deutlich, ebenso ܛ, welches mit dem vorangehenden Buchstaben nicht verbunden ist.

Der tiefe Punkt oben spricht dafür, dass der Buchstab vor dem ܙ ein ܕ sei. Auch der links vom ܙ nach unten gezogene Strich scheint ein ܐ zu sein (vgl. das ܙ Zeile 6). Aber was bedeutet ܠܡܘܪ̈ܙܐ? und in welchem Zusammenhange steht dieses sonderbare Wort mit dem Zeile 6 folgenden sichern ܕܡܠܟܐ? Wollte man auch annehmen, dass ܠܡܘܪ̈ܙܐ unorthographisch statt ܠܡܘܡܙܐ steht, bleibt immerhin der Sinn der Phrase ܠܡܘܡܙܐ ܕܡܠܟܐ für mich dunkel. Diese beiden Worte durch: «nach vollendetem Lebenslaufe» zu übersetzen, scheint mir sehr gewagt zu sein.

Zeile 6 und 7. Eine ähnliche Eulogie kommt auch in № 83. 27 und 39 vor.

Ich übersetze diese Inschrift, so weit sie mir verständlich ist, wie folgt:

«Dieses ist das Grab des Chorepiscopus **Ama.** Im Jahre tausend fünfhundert sechs und sechzig[1]) schied er von dieser Welt, im Monat ab (= Juli), am Sonntag . . . . . Unser Herr möge vereinigen (wörtlich vermischen) seinen Geist mit (denen der) Frommen und Gerechten, Amen!».

№ 69[2]).

Nach einer unnummerirten Photographie.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

(1 ܫܢܬ ܐܠܦܫܣܛ

(2 ܗܢܐ

(3 ܩܒܪܗ

(4 ܡܢܓܩܘܛܐܫ ܡܗܝܡܢܐ

«Im Jahre 1569 (= 1258). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Mangkutasch**».

Zeile 3. In diesen Inschriften folgt auf das Suff. ܗ in der Regel kein ܕ, wie der syrische Sprachgebrauch es erfordert; vgl. unten da, wo von der Sprache dieser Inschriften gehandelt wird.

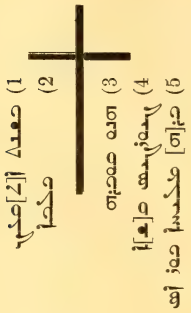
Der, in diesen Inschriften einigemal vorkommende Name Mangkutasch, auch Mangutasch ist türkisch, zusammengesetzt aus منكو, mangu, ewige (als adj.) und tasch, der Stein. Türkische, mit mangku, oder mangu zusammengesetzte Eigennamen sind nicht selten.

1) Die Zahlen drücke ich in der Uebersetzung bald durch Ziffern, bald durch Zahlworte aus, immer den Zahlen im Texte entsprechend.

2) Diese Inschrift habe ich in meiner Abhandlung: Syr. Grabinschr. aus Semirj., p. 7 f., № I, nach einer schlechten Copie von freier Hand unrichtig edirt.

№ 73 (105).

Nach einer Photographie (Tafel I, № 73).



Das ∠ im Datum ist zwar fast unsichtbar, es kann aber nicht zweifelhaft sein, dass die schwachen Spuren von zwei Buchstaben am Anfange desselben nicht anders als ∠ז zu lesen sind. Das Jahr 1573 (= 1262) correspondirt auch mit dem Hunde-Jahre des 12jährigen Thiercyclus.

Warum hier ܩܒܪܐ statt des gewöhnlichen ܩܒܪ steht, kann ich nicht angeben, besonders da dieses Wort sicher überall qabro und nicht qobro, oder qubro ausgesprochen wurde. Später allerdings, wo man ܒ = v aussprach, ist aus qabro zuerst qauro und zuletzt quro geworden, welche letztere Form auch in diesen Inschriften einmal (№ 35,1) vorkommt.

Der Name Ġivarġis = Georgius kommt in diesen Inschriften sehr häufig vor und wurde besonders von Priestern geführt.

Von dem auf diesen Namen folgenden Worte sind nur der erste und letzte Buchstab sichtbar. Der erstere sieht zwar wie ein ܒ aus, ich vermuthe aber, dass der linke Strich dieses Buchstaben verwischt wurde und dass derselbe wie ܨ zu lesen sei. Das ganze Wort lese ich ܩܥ, bei den Nestorianern die übliche Abkürzung von ܩܫܝܫܐ, d. h. der Presbyter und auch einfach der Priester.

Hinter ܗ ܒ findet sich eine Lücke, die, wie ich glaube, durch ܐ zu ergänzen ist; denn in diesen Inschriften steht immer, wie oben (№ 69) bemerkt wurde, in solchen Fällen ein Suffix. der 3. P. m., worauf aber, gegen die Regel, gewöhnlich kein ܗ folgt.

Der auf ܐܬܪ ܒ folgende Eigenname ist sehr undeutlich; ich glaube ihn ܡܠܟܐ, Malîchâ, lesen zu können. Ich weiss es nicht, ob dieser Eigenname in der syrischen Literatur vorkommt, aber er hat jedenfalls im Syrischen eine Bedeutung: = ܡܕܒܪ, rector und rectus.

Das letzte Wort ist, wie ich kaum zweifele, eine Abkürzung von ܟܘܪܝܣܩܘܦܐ, d. h. Chorepiscopus; vgl. oben № 66, p. 14.

Zu übersetzen:

«Im Jahre 1573 (= 1262), der Hund (d. h. entspricht dem Hunde-Jahre, dem 10. des 12jährigen Thiercyclus). Dieses ist das Grab des Priesters Givargis (Georgius), des Sohnes des Chorespiscopus **Malîchâ**».

№ 74 (185).

Nach dem Originale (Tafel I, № 74).

ܐܗܠܝܐ (1
ܫܢܬ ܐܬܩܥܕ (2
ܗܘ ܩܒܪܐ (3
ܠܒܪܝܫܘܥ ܡܗܝܡܢܐ (4

Das in der ersten Zeile vorkommende Wort weiss ich nicht mit Sicherheit zu erklären. Anfangs, als ich nur den photographischen Abdruck dieser Inschrift vor mir hatte, in dem die beiden letzten Buchstaben des seleucidischen Datums undeutlich sind, dachte ich, dass dieses Wort ܐܬܠܝܐ zu lesen sei, das in diesen Inschriften wiederholt dem türkischen لوو gleichgesetzt wird und der Drache bedeutet. Damit, dachte ich, soll angedeutet sein, dass das betreffende Jahr dieser Inschrift dem Drachen-Jahre, dem 5. des 12jährigen Thiercyclus, entspreche. Als ich aber das Original vor mir hatte, überzeugte ich mich, dass diese Lesung unrichtig sei. Der zweite Buchstab jenes Wortes ist nämlich auf dem Originale so deutlich als möglich als ܗ und nicht als ܬ zu lesen und er ist auch von dem darunter stehenden Estrangelo ܬ ganz verschieden. Auch entspricht das Jahr 1574 (1263) dem Schweine- aber nicht dem Drachen-Jahre. Wollte man auch im Datum — da in diesen Inschriften ܠ von ܒ oft schwer zu unterscheiden ist — ܒ statt ܠ lesen, wäre damit auch nicht geholfen, da das Jahr 1524 (1213) dem Huhn-Jahre entspricht. Irgend eine Bedeutung hat das Wort ܐܗܠܝܐ, das nur vom Stamme ܗܠܝ abgeleitet werden könnte, im Syrischen nicht. Es bleibt hier nur die Vermuthung übrig, dass der Steinmetz vergessen hat, den mittlern Strich des Estrangelo ܬ nach oben zu ziehen, wodurch dieser Buchstab in ܗ verwandelt wurde[1]), und dass der Verfasser dieser Inschrift aus Versehen nicht das richtige Jahr des 12jährigen Thiercyclus dem Jahre 1574 der seleucidischen Aera gleichgesetzt hat. Solche Versehen kommen noch einige Mal vor[2]).

Dass ܐܬܠܝܐ syrisch der Drache bedeutet, wird weiter unten nachgewiesen werden.

ܩܒܪܐ wird hier, wie auch sonst in einigen wenigen Fällen (№ 78. 84), ohne Suffix und auch ohne folgendes ܕ gesetzt.

1) Vgl. unter № 19,2, wo ܗܦܠܐ statt ܬܦܠܐ steht. | 2) Vgl. unten № 38 u. 45.

Zu übersetzen:

«Im Jahre 1574 (= 1263), der Drache (d. h. es war das Drachen-Jahr des 12jährigen Thiercyclus). Dieses ist das Grab des Gläubigen **'Ebed-Ischû'**».

№ 75 (102).

Nach einer Photographie und einem Farben- und Grafit-Abdruck (Tafel I, № 75).

Wie die, um das Kreuz herum gesetzten Zeilen zu ordnen sind, lässt sich nicht mit völliger Sicherheit angeben. In der Regel werden die Epitheta des Verstorbenen, so wie auch das, was sonst in Bezug auf denselben, wie z. B. Eulogien und drgl. Anderes, gesagt wird, nach dem Namen, und, wenn es an Platz mangelt, zwischen die Zeilen rechts und links vom Kreuze gesetzt. Da aber die Ordnung der Zeilen hier auf den Sinn keinen wesentlichen Einfluss hat, setzen wir dieselben so, wie sie sich auf dem Steine befinden.

(1 ܫܢܬ ܐܦܥܗ
(2 ܦܫܢ ܠܘܣܩܪܐ ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(3 ܠܛܠܝܐ ܪܚܝܡܐ ܫܢܝ ܡܢ
(4 ܥܠܡܐ ܗܕܐ
(5 ܩܘܛܠܘܓ ܐܪܣܠܢ ܩܫܝܫܐ

Wir übersetzen:

«Im Jahre 1575 (= 1274), (dem) Mause-Jahre. Dieses ist das Grab des lieblichen Jünglings, der geschieden ist von dieser Welt, des Priesters **Kutluk Arslan**».

Dass der «Jüngling» schon Priester war, darf uns nicht befremden; denn der katholische Missionär Wilhelm Rubruk, der im XIII. Jahrhundert die nestorianischen Christen in den Türkenländern und in China besucht hat, berichtet, dass unter den Nestorianern jener Gegenden sehr oft Kinder zu Priestern geweiht werden, und zwar deshalb, weil der Bischof oft nur einmal in 50 Jahren dorthin komme und bei Gelegenheit seines seltenen Besuches zuweilen sogar Brustkinder zu Priestern weiht, so dass dort, wie er sagt, fast jeder erwachsene Mann Priester ist.

Der Ausdruck ܠܛܠܝܐ ܪܚܝܡܐ bei Knaben kommt noch vor unten № 81. 97. 1. 41,1. 47. 47,1. 50,10. 53,1 und 56; bei Mädchen wird ܠܛܠܝܬܐ ܪܚܝܡܬܐ gesetzt, so № 10. 16 und 18.

Die Formel ܫܢܝ ܡܢ ܥܠܡܐ kommt auch oben № 66 und in einer der von Duval mitgetheilten syrischen Grabinschriften aus Salamâs in Persien vor[1]. — ܗܕܐ statt ܗܢܐ.

1) S. Journ. As. VIII, t. V. 1885, p. 50. Vgl. Assemani, B. O. III, 2, p. 948 f.

№ 75,1 (123).

Nach dem Originale (Tafel I, № 75,1).

Wir ordnen diese Zeilen wie folgt:

ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܚܡܫܡܐܐ (1
ܘܫܒܥܝܢ ܘܚܡܫܐ (2
ܥܘܩܒܪܐ (3
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܕܝܘܫܡܝܕ ܩܫܐ (5

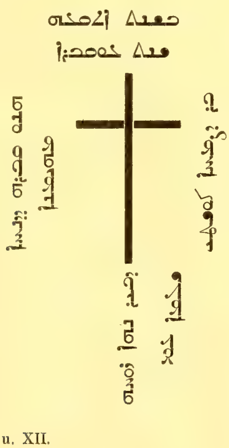
«Im Jahre tausend fünfhundert und fünfundsiebenzig (= 1264), die **Maus** (d. h. dieses Jahr entspricht dem Mause-Jahre). Dieses ist das Grab des Priesters **Juschmid**».

Der Name Juschmid kommt in diesen Inschriften öfters vor [1]). Das letzte Wort der Inschrift ist zwar undeutlich, aber dennoch kaum zweifelhaft.

№ 75,2 (135).

Nach dem Originale (Tafel I, № 75,2).

Diese Inschrift ist auf dem Originale auf folgende Weise geordnet:



1) S. № 8. 16. 49,10. 50,11. 50,10 u. XII.

Die richtige Erklärung dieser Inschrift hängt mit der richtigen Anordnung der Zeilen zusammen, was in dem gegebenen Falle ziemlich schwierig ist. Ich habe schon darauf hingewiesen, dass die Steinmetze nicht immer einer bestimmten Regel beim Ordnen der Zeilenreihe folgten, sondern dass sie oft, je nach der Beschaffenheit des Steines — gross, oder klein, rund, oder lang — Worte des Textes dahin setzten, wo sie grade auf den Steinen leeren Platz fanden. Hier besteht die Schwierigkeit darin, die richtige Stelle für die beiden unter dem Kreuze eingravirten Zeilen zu finden. Dass dieselben nach der Zeile rechts vom Kreuze zu setzen sind, ist wohl kaum zweifelhaft. Herr Prof. Nöldeke, an den ich mich wegen der Erklärung dieser Inschrift schriftlich gewandt habe, schlägt vor zu lesen: ܕܟܝܪ ܢܗܐ ܪܘܚܗ ܥܠ ܘܫܠܡܐ, man gedenke seines Geistes mit «Segenspruche», wobei er darauf hinweist, dass ܥܠ, wie er meint, etwas höher als ܘܫܠܡܐ steht, wodurch angedeutet sein soll, dass es vor dem letzten Worte zu lesen sei. Ich will darauf bemerken, dass meine Erfahrung in Bezug auf die Art und Weise, wie diese Inschriften sonst eingravirt und angeordnet werden, gegen diese Annahme spricht. Dann will ich noch bemerken, dass in einigen dieser, auf eine ähnliche Weise eingravirten Inschriften die hinzugefügten Schlusszeilen unbedingt von unten nach oben, oder richtiger: von rechts nach links gelesen werden müssen (vgl. z. B. unten № 50,16).

Ich möchte daher vorschlagen, die Zeilen auf folgende Weise zu ordnen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܦܥܗ
(2 ܘܫܢܬ ܥܘܩܒܪܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܕܕܢܚܐ
(4 ܡܗܝܡܢܐ
(5 ܒܪ ܕܨܡܚܐ ܟܘܫܬܝ
(6 ܕܟܝܪ ܢܗܐ
(7 ܘܫܠܡܐ ܥܠ
(8 ܪܘܚܗ

Dabei will ich bemerken, dass ܪܘܚܗ sich zwar in einer Linie mit ܢܗܐ befindet, aber am Seitenrande des Steines eingravirt ist, wohin es wohl deshalb gesetzt wurde, weil hinter ܥܠ es an Platz für dieses Wort mangelte.

Zu übersetzen:

«Im Jahre 1575 (= 1264), das Mause-Jahr. Dieses ist das Grab des Gläubigen **Denchâ**, des Sohnes des **Zemchâ Koschti**; gedenkt sei er (d. h. das Andenken an ihn, oder sein Gedächtniss, möge bleiben!) [und] Friede sei mit seinem Geiste!».

Zeile 6 steht ܢܗܐ die apocopirte Form von ܢܗܘܐ. Die Phrase ܕܟܝܪ ܢܗܐ entspricht der in diesen Inschriften oft in türkischer Sprache vorkommenden Eulogie ܐܕܝ ܒܘܠܣܘܢ, «ein Gedächtniss (an den Verstorbenen) möge sein», vgl. unten № 11,4. 19,1. 21,1. 28. 34,2 und 48,4; vgl. auch 50,24.

ܩܘܣܛܝ, Kosti, ein Männername, der nur hier vorkommt, wird wohl eine Corruption von Constans, oder Constantius sein; statt Constantinopel schreiben die türkischen Juden in der Regel קושטנטינה, aber zuweilen auch abgekürzt קושטא, Kuschta.

№ 78.

Nach einer Photographie von Jadrinzew.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܬܩܥܚ (1
ܗܘܬ ܐܪܢܒܐ (2
ܗܢܘ ܩܒܪܐ (3
ܫܐܗܡܠܝܟ (4
ܦܪܝܘܛܐ (5
ܒܪܗ ܓܝܘܪܓܝܣ (6
ܐܠܛܘܙ (7

«Im Jahre 1578 (= 1267), d. i. der Hase (d. h. das Hasen-Jahr). Dieses ist das Grab des Periodeuten **Schâh-Malyq**, des Sohnes des **Givargis** (Georgius) **Altuz**».

Diese Inschrift habe ich in meiner Abhandlung: Syr. Grabinschr. aus Semirj. № III, p. 9 f. (cf. ib. Tafel № 1, wo auch eine Abbildung dieser Inschrift gegeben ist) mitgetheilt. Ich beschränke mich daher darauf, einiges von dem dort zur Erklärung dieser Inschrift Gesagten hier zu wiederholen.

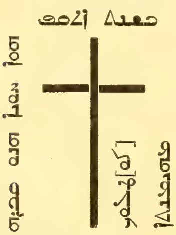
Das Amt der περιοδευταί, d. h. der Kirchen-Visitatoren, die im Namen der Bischöfe in den Landkirchen Visitationen anzustellen und in Bezug der allgemeinen Aufsicht und anderer kirchlichen Geschäfte die Stelle der Chorepiscopen zu ersetzen hatten, kommt schon in den Canones der Synode von Laodicea (im IV. Jahrh.) vor. Dieses Amt hat sich unter

demselben Namen noch in spätester Zeit in der byzantinischen Kirche erhalten. Im Catalog des Ebedjesu wird ܦܪܝܘܕܝܛܐ ܒܘܕ, der Periodeutes Bûd erwähnt, der gegen 570 gelebt und Kalilah-wa-Dimnah aus dem Indischen übersetzt hat. Auch in der syrischen Inschrift von Zebed vom Jahre 512 n. Chr. kommt ein ܝܘܚܢܢ ܦܪܝܘܕܝܛܐ, Johannes Periodeutes vor[1]. Nach Assemani soll das Amt eines Periodeuten bei den Nestorianern ad hanc usque diem existiren[2], was aber nicht ganz sicher zu sein scheint, da Ebedjesu, der die verschiedenen geistlichen Aemter der Nestorianer aufzählt, das Amt des Periodeuten nicht erwähnt[3]. Es ist aber möglich, dass er diesen kirchlichen Würdennamen deshalb nicht erwähnt, weil er eigentlich mit dem des Chorepiscopus (vgl. oben № 66. 73 und unten № 18) und des ܣܥܘܪܐ identisch, oder fast identisch ist. Letzterer Würdennamen kommt in diesen Inschriften sehr häufig vor; vgl. № 84. 97,2 und 5. 99,4. 21. 27,5. 34,2 und XIX.— Die Bedeutung des Wortes ܐܠܬܘܙ, Altûz, dessen Lesung mir ganz sicher zu sein scheint, kenne ich nicht; höchst wahrscheinlich ist es ein Eigenname.

№ 80 (215).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܬܩܦ (1
ܗܘܬ ܚܘܝܐ ܗܢܘ ܩܒܪܗ (2
ܕ[ܩܘ]ܬܠܘܩ (3
ܡܗܝܡܢܬܐ (4

«Im Jahre 1580 (= 1269); d. i. die Schlange (d. h. das Schlangen-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen [**Ku**]**tluk** (?).

1) S. Monatsber. der Akad. d. W. zu Berlin aus dem J. 1881; Berlin, 1882, p. 180 f. u. Z. d. d. m. G. Bd. 36, 1882, p. 345 u. 348 f.

2) S. Assemani B. O. III, p. 219 u. ib. not. 2.

3) S. Badger, The Nestorians, II, p. 190 u. vgl. ib. p. 403.

Die Lesung des Namens, der, wie aus der Photographie zu ersehen ist, auf einer beschädigten Stelle des Steines sich befindet, ist zweifelhaft; denn nur das ܛ und das ܒ am Ende sind deutlich; der Raum zwischen diesen beiden Buchstaben scheint zu gross für ܠܘ zu sein.

№ 80,1 (217).

Nach dem Originale (Tafel I, № 80,1).

ܒܫܢܬ ܐܦܦ (1
ܗܘܐ ܚܘܝܐ ܗܕܝ ܩܒܪܗ (2
ܛܘܙ ܛܝܪܝܡ ܟܘܫܛܢܙ (3

«Im Jahre 1580 (= 1269), d. i. die Schlange (d. h. das Schlangen-Jahr). Dieses ist das Grab der **Tuz-Tirim-Koschtanz**».

ܗܕܝ, hadoi, ist eine, so viel mir bekannt ist, in der Literatursprache nicht vorkommende Abkürzung für ܗܕܐܗܝ, oder ܗܕܗܝ, wobei das stumme ܗ̄ auch nicht geschrieben wurde; in diesen Inschriften kommt aber diese Form ziemlich häufig vor; vgl. 10. 32 40. 49,3 und 49,5.

№ 81 (157).

Nach dem Originale (Tafel I, № 81).

ܒܫܢܬ ܐܦܦܐ (1
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (2
ܕܣܪܓܝܣ ܩܫܝܫܐ (3
ܥܠܝܡܐ ܪܓܝܓܐ (4
ܒܪܝܡܝܢܐ (5
ܒܪܗ ܐܝܡܢܓܩܘ (6

«Im Jahre 1681 (1270). Dieses ist das Grab des Priesters **Sergis** (Sergius), des lieblichen Jünglings, ein Liebling — oder: der Jüngste — (seiner Eltern), des Sohnes des **Aimangku**».

ܒܪܝܡܝܢܐ kann hier nicht die gewöhnliche Bedeutung haben, die Paine-Smith s. v. nach drei — übrigens identischen — Stellen bei Assemani angiebt, nämlich in dem Sinne wie man im Deutschen sagt: A sei die rechte Hand von B; denn von einem Knaben kann man unmöglich sagen, dass er die «rechte Hand» von irgend Jemandem gewesen wäre. Jenes Wort ist aber hier, wie ich kaum zweifele, in der Bedeutung von Liebling, oder der

jüngste Sohn, aufzufassen, etwa wie man auch im Deutschen den jüngsten Sohn, der natürlich auch der besondere Liebling der Eltern ist, den Benjamin nennt, wobei man an den jüngsten Lieblingssohn des Patriarchen Jacob denkt.

№ 83 (127).

Nach einer Photographie (Tafel I, № 83).

(1 ܫܢܬ ܐܬܦܓ
(2 ܗܘܐ ܩܘܦܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(4 ܕܙܘܡܐ ܩܫܝܫܐ ܘܪܒܚܝܠܐ
(5 ܣܒܐ ܒܪܝܟܐ
(6 ܐܡܝܪܐ
(7 ܡܫܡܗܐ
(8 ܒܪ ܓܝܘܪܓܝܣ ܪܒܚܝܠܐ
(9 ܡܪܢ ܢܚܠܛ ܪܘܚܗ ܥܡ
(10 ܪܘܚܐ ܐܒܗܬܐ ܘܩܕ[ܝ]ܫܐ
(11 [ܠ]ܥܠܡܝܢ

«Im Jahre 1583 (= 1272), d. i. der Affe (d. h. das Affen-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters und Feldherrn **Zûmâ** — ein gesegneter Greis, ein berühmter Emir — des Sohnes des Feldherrn **Givargis** (Georgius). Unser Herr (Gott) möge vereinigen (wörtlich: vermischen) seinen Geist mit den Geistern der Väter und Heiligen [in] Ewigkeit».

Diese Grabinschrift hat ein besonderes historisches Interesse. Es ist nämlich sonst bekannt, dass nestorianisshe Christen bei den mongolisch-tatarischen Fürsten als Lehrer, Erzieher und besonders als Secretäre fungirt haben; hier sehen wir aber, dass nestorianische Christen in zwei Generationen hinter einander Truppen commandirt haben und dass einer von ihnen als «berühmter Emir» bezeichnet wurde.

Die Formel «gesegneter Greis» — auch «gesegnete Greisin» — kommt noch einigemal in diesen Inschriften vor (vgl. unten № 85. 97,5. 11,4 u. 34).

Ueber die Eulogie, die in ähnlicher Form noch einigemal vorkommt (№ 66. 27. u. 39), vgl. unten da, wo wir von den in diesen Grabinschriften vorkommenden Eulogien sprechen werden.

Das ܠ vor dem letzten Worte muss hinzugefügt werden. Spuren dieses Buchstaben sind auf dem Abdrucke nicht zu sehen.

№ 84 (218).

Nach dem Originale (Tafel I, № 84).

ܫܢܬ ܐܟ̇ܦܕ (1
ܗܢܘ ܩܒܪܐ (2
ܕܦܓ ܡܢܓܟܘ ܣܥܘܪܐ (3
ܡܗܝܡܢܐ ܡܟܝܟܐ (4

«Im Jahre 1584 (1273). Dieses ist das Grab des Kirchenvisitators Pag-Mangku, des demüthigen Gläubigen».

Die Titel: ܣܥܘܪܐ, Kirchenvisitator, Chorepiscopus und Periodeutes, die in diesen Grabinschriften öfters vorkommen, bezeichnen, wie oben (zu № 78) beiläufig bemerkt wurde, wesentlich eine und dieselbe Kirchenwürde, von der weiter unten gehandelt werden wird (vgl. oben zu № 78, p. 21 f.).

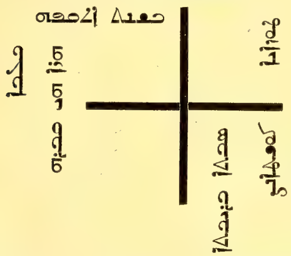
Der Name Pag-Mangku wird im Originale als zwei Worte geschrieben. — Der sonst bei den Syrern so häufig gebrauchte Ausdruck der Demuth ܡܟܝܟܐ kommt in diesen Grabinschriften nur hier vor.

№ 85 (191).

Nach einer Photographie.

Das Kreuz hat die Form eines Georgen- oder eisernen Kreuzes, so dass man aus der Form desselben an und für sich nicht ersehen kann, wo oben und wo unten ist. Da aber die allermeisten Inschriften mit dem Datum beginnen, copire ich diese Inschrift auf folgende Weise:

Nach der Photographie:



Zu lesen:

ܫܢܬ ܐܟ̇ܦܗ (1
ܟܠܒܐ (2
ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ (3
ܛܘܙܝܐ ܩܘܫܬܐܢܙ (4
ܒܪܝܟܬܐ ܣܒܬܐ (5

«Im Jahre 1585 (1274), der Hund (d. h. das Hunde-Jahr). Dieses ist das Grab der gesegneten Greisin **Tuzaja Koschtanz**».

Die letzten beiden Zeilen sind zwar auf der Photographie sehr schwer zu lesen, ich hoffe aber sie richtig entziffert zu haben. Ueber die Formel in der letzten Zeile vgl. oben zu № 83, p. 24.

№ 87 (212).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale: Zu lesen:

1) ܒܫܢܬ ܐܨܦܙ ܗܘܐ
2) [ܥܘܩܒܪܐ]
3) ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
4) ܕܡܪܝܡ (?) ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre 1587 (1276), das ist [die Maus] (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen Marjam (Marie) (?)».

Der letzte Buchstab im Datum ist nicht ganz sicher; er ist vielleicht wie ܕ zu lesen. Das Datum wäre danach 1584 (1273) und zu ergänzen ܬܪܢܓܠܐ, das Huhn(-Jahr).

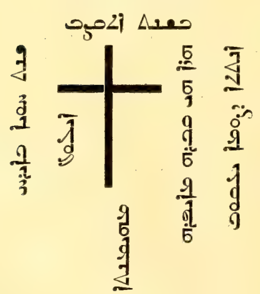
Es kommt in diesen Inschriften einigemal vor (vgl. z. B. № 1600 und 3,1), dass auf ܗܘܐ das Jahr des 12jährigen Thiercyclus nicht angegeben ist, was wohl nur aus Versehen geschehen sein muss.

Der Name Marjam ist sehr undeutlich und daher unsicher.

№ 92 (57).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale: Zu lesen:



1) ܒܫܢܬ ܐܨܦܛܘ
2) ܦܠܛ ܥܠܡܐ ܕܐܪܝܫ
3) ܐܠܟܣܝ
4) ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ ܕܐܠܟܣܝ
5) ܡܗܝܡܢܬܐ
6) ܐܢܬܬܗ ܕܥܘܕܝܫ ܡܚܣܘܢ

«Im Jahre 1592 (1281), im Monat Ilul (August). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Maïfrah**, der Frau des **Ṣûmâ J'akûb**».

Der Monatsname kommt nur noch in den Inschriften № 60. 66 und 11,3 vor.

Auf Inschriften von Frauen wird sehr oft der Name des Mannes angegeben; vgl. № 99,1. 38,1. 42,3. 50,17 und XIX.

Ueber den Namen Maïfrah, der in diesen Inschriften sehr oft vorkommt (№ 16. 19. 27,1. 50,8 und XVI) siehe unten da, wo von den Eigennamen gehandelt werden wird.

ܐܝܠܬܗ, an zwei Stellen (99,1 und 38,1) ܐܝܠܗ, aber immer mit ܝ und nicht nach der Aussprache geschrieben; vgl. unten № 99,1, p. 32.

Im Originale befindet sich Zeile 5 nach Zeile 3.

№ 97 (137).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck (Tafel I, № 97).

Diese, aus syrischen und türkischen, vielleicht auch aus arabischen Elementen bestehende Inschrift ist eben so schwierig zu lesen, wie auch zu erklären. Nur durch die gütige Hülfe des Herrn Akademikers W. Radlow kann ich es wagen, hier eine Transcription, Uebersetzung und Erklärung zu versuchen. Ich lese:

ܒܫܢܬ ܐܬܦܩ ܗܘܐ ܡܠܟܐ (1
ܝܠܟܝ ܬܘܪܟܝܐ ܐܝܠ ܬܘܪ (2
ܡܝܬ ܡܘܬ ܣܐܠܡܐ ܒܘܡ (3
ܕܐܦ ܟܘܢܝ ܐܪܢܫܢܫ (4
ܗܘܐ ܡܩܕܫܗ (5
ܢܘܚܡ ܕܡܫܝܚܝܐ (6
ܡܗܝܡܢܐ ܠܠܡܫܝܚܐ (7

Zeile 1 ist syrisch und verständlich. Zeile 2 ist türkisch und gleichfalls verständlich, nur muss man annehmen, dass ܬܘܪܟܝܐ, dessen 3 letzten Buchstaben übrigens sehr undeutlich sind, = syrisch ܬܘܪܟܐܝܬ sei und statt ܬܘܪܟܝܐ, d. h. «türkisch», steht.

Die 3. und 4. Zeile, die graphisch geringe Schwierigkeiten bieten, sind dagegen sehr schwer verständlich.

ܡܝܬ ܡܘܬ ܣܐܠܡܐ, das vollkommen sicher ist, könnte ein, allerdings schlechtes Aequivalent für مات موت سالم sein, mit der Bedeutung etwa: «er starb den Tod eines Fehlerlosen», d. h. Gerechten. سالم als adj. zu موت geht wohl nicht. Es ist aber auch eine andere Erklärung möglich. Paine Smith führt nämlich nach Stoddart ein neusyrisches Wort ܡܫܠܡ an, mit der Bedeutung: morbus epidemus. Der Sinn dieser Phrase könnte also

sein: «er starb an einer epidemischen Krankheit». Aehnliche Angaben, wie z. B. ܡܝܬ ܡܘܬܢܐ, «er starb an der Pest», kommen in diesen Inschriften einigemal vor; vgl. unten № 49. 49,11 und 50,16.

ܟܘܡ ܕܐܦ ist türkisch und kann hier heissen: «jung an Tagen».

ܟܘܙܝ ܐܪܟܫܝ ist gleichfalls türkisch und bedeutet: «an Auge (d. h. Erfahrung) ein Mann». — Ueber das Türkische in diesen Inschriften wird Hr. Radlow am Schlusse dieses Werkes handeln.

Die letzten 3 Zeilen sind syrisch und leicht verständlich, nur muss man ܥܠܝܡܐ nicht in der gewöhnlichen syrischen Bedeutung des Wortes: «ein Jüngling»[1]), nehmen, sondern im Sinne des arabischen عالم, «gelehrt», auffassen, da es sonst zum vorangehenden ܡܗܝܡܢܐ nicht gut passen würde.

Die Zeilen 3 und 4 sind wohl am Schlusse der Inschrift zu setzen.

Nach dem Gesagten wäre diese Inschrift zu übersetzen wie folgt:

«Im Jahre 1597 (=1288), d. i. das Hunde-Jahr, es ist das türkische Jahr **It** (der Hund). Dieses ist das Grab des weisen, gelehrten (und) gläubigen **Juchanan** (Johannes); er starb an einer epidemischen Krankheit (oder er starb den Tod eines Tadellosen), jung an Tagen, an Auge (d. h. Erfahrung) ein Mann».

№ 97,1 (179).

Nach dem Originale (Tafel I, № 97,1).

ܒܫܢܬ ܐܨܦܙ ܗܘܐ (1
ܟܠܒܐ ܗܕܐ ܗܘ ܩܒܪܗ (2
ܛܘܙܘܢ ܡܐܝܝ (od. ܒܝܝ) (3
ܡܗܝܡܢܬܐ (4
ܒܪܬܗ ܝܠܕܐ (5
ܣܥܘܪܐ (6

«Im Jahre 1597 (1286), das ist der Hund (d. h. das Hunde-Jahr). Dieses ist das Grab der **Tuzun-Maji** (od. Bei), der Tochter des Kirchenvisitators **Jaldâ**».

Die Lesung des zweiten Namens Zeile 3 ist unsicher; der erste Buchstab desselben sieht wie ein ܡ aus; es ist aber auch möglich, dass der linke Strich durch einen Bruch im Steine entstanden und dass der betreffende Buchstab wie ܒ zu lesen sei. Die darauffolgenden beiden nach unten gezogenen Strichlein[2]) scheinen zwei Jods zu sein. Wie dieser Name zu lesen und auszusprechen sei, kann ich nicht genau angeben, bemerke nur, dass Bei ein häufig vorkommender weiblicher Name ist.

1) Vgl. unten № 97,4. 23. 27,4. und 49,10.

2) In diesen Inschriften kommt es einigemal vor, dass einzelne Buchstaben unter statt in der Linie gesetzt sind.

Auf dem Originale befindet sich zwar die 6. Zeile zwischen der 4. und 5.; es kann aber doch nicht zweifelhaft sein, dass ܣܥܘܪܐ auf den Namen des Vaters der Verstorbenen folgen muss, da letztere doch unmöglich jenen Kirchentitel geführt haben konnte.

Die Angabe, wessen Tochter die Verstorbene war, kommt in diesen Inschriften öfter vor; vgl. № 97,5. 10. 16. 18. 19. und 21.

№ 97,2 (186).

Nach dem Originale.

1) ܒܫܢܬ ܐܦܨܙ ܗܘܐ ܟܠܒܐ
2) ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܕܐܠܝܐ
3) ܐܣܟܘܠܝܐ ܒܪ ܣܪܓܝܣ ܡܠܦܢܐ

«Im Jahre 1597 (1286), das ist der Hund (d. h. das Hunde-Jahr). Dieses ist das Grab des Scholasticus **Elias**, des Sohnes des Lehrers **Sergis** (Sergius)».

Zeile 1 befindet sich über dem Kreuze, Zeile 2 senkrecht links und Zeile 3, gleichfalls senkrecht, rechts von demselben.

Der Titel Scholasticus kommt sehr häufig vor[1]), weniger häufig der des ܡܠܦܢܐ, Lehrer[2]); vgl. unten, wo von den Titeln und Würden gehandelt werden wird.

№ 97,3 (202).

Nach einer Photographie.

1) ܒܫܢܬ ܐܦܨ[ܙ]
2) ܟܠܒܐ ܗܢܘ ܩܒܪ[ܗ]
3) ܥܠܝܡܐ ܦܘܣܠܝܡ

«Im Jahre 1597 (1286), der Hund (d. h. das Hunde-Jahr). Dieses ist das Grab des Jünglings Puslim».

Diese Inschrift ist auf dem Originale genau so geordnet, wie die vorangehende.

Der letzte Buchstab des Datums ist nach der folgenden Angabe über das Jahr des Thiercyclus ergänzt.

ܥܠܝܡܐ kommt auch sonst in diesen Inschriften oft vor; vgl. die vorangehende Seite Anmk. 1. Viel häufiger kommt ܥܠܝܡܬܐ vor, besonders in den Inschriften vom Jahre 1642 (= 1331) an.

Im Namen ist der 3. Buchstab nicht ganz sicher.

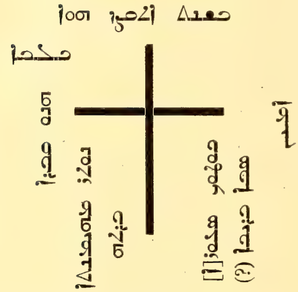
1) S. № 8. 11,4. 12,1. 2. u. 3. 19,2. 44. 50,7. 13. u. 23. 53. IV. u. XII.

2) S. № 34,1. XXXII, u. vgl. 16, wo aber fälschlich ܡܠܦܘܢܐ steht.

№ 97,4 (211).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܬܨܙ ܗܘܐ
(2 ܟܠܒܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(4 ܢܘܛܪ ܡܗܝܡܢܬܐ
(5 ܒܪܬܗ
(6 ܕܩܘܛܘܩ ܣܥܘܪ[ܐ]
(7 ܣܒܐ ܡܒܪܟܐ (?)
(8 ܐܡܝܢ

Der Name der Verstorbenen Zeile 4 ist unsicher; bloss die letzten beiden Buchstaben sind deutlich. Beim letzten Buchstaben fehlt übrigens der diacritische Punkt, so dass er vielleicht als ܕ, oder eher wie ܪ zu lesen ist. Der 3. Buchstab Zeile 6 ist gleichfalls unsicher. Ob das erste Wort Zeile 7 wirklich ܣܒܐ lautet, ist ungewiss. Ist aber dieses Wort richtig gelesen, muss das folgende Wort, nach der analogen Phrase in mehreren andern Inschriften (vgl. oben zu № 83) ܡܒܪܟܐ gelesen werden. Die stark verwischten Buchstaben der letzten Zeile sind wohl ܐܡܝܢ zu lesen, welches Wort auch sonst am Schlusse vorkommt (vgl. № 66. 49,6 und IX).

Sollte ich diese theilweise sehr deutliche, aber zugleich an einzelnen Stellen sehr schwer zu entziffernde Inschrift richtig gelesen haben, wäre dieselbe zu übersetzen:

«Im Jahre 1597 (1286), das ist der Hund (d. h. das Hunde-Jahr). Dieses ist das Grab der gläubigen Nuter (?), der Tochter des Kirchenvisitators Kutuk, des gesegneten Greises. Amen».

№ 98 (52).

Nach dem Originale (Tafel I, № 98).

(1 ܒܫܢܬ ܐܬܨܚ ܗܘܐ
(2 ܚܙܝܪܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(4 ܝܘܪܓܝܣ ܣܒܐ
(5 ܠܠܡܫܡܫܢܐ

«Im Jahre 1598 (1287), das ist das Schwein (d. h. das Schweine-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Giwargis** (Georgius) **Almaligaja**» (d. h. aus Almalig).

Der Beiname Almaligaja kommt in verschiedener Schreibweise noch in vier andern Grabinschriften aus den Jahren 1599 (1288), 1603 (1292) und 1611 (1300) vor. Die Stadt Almalig kommt bei mittelalterlichen christlichen Reisenden, so wie auch bei dem arabischen Reisenden Ibu Batutah vor. Sie lag damals an der Grenze von China und war längere Zeit die Hauptstadt des tatarischen Reiches der Dynastie von Ǵagatai. Sie ist vermuthlich mit Alt-Kuldscha identisch, jetzt ein Dorf gegen 20 Werst östlich vom jetzigen Kuldscha; vgl. Yule, Cathay and the thither, London, 1866, p. 236, Anmk. 2 und p. 338.

№ 98,1 (162).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܚܙܝܪܐ ܐܨܦܚ

(2 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܕܡܗܝܡܢܬܐ

(3 ܩܝܡܬܐ

«Im Schweine-Jahre; 1598 (1287). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Qejamtâ**».

Qejamtâ heisst die Auferstehung und entspricht ungefähr dem russischen Familiennamen Воскресенскій (Woskressenski).

№ 99 (116).

Nach einer Photographie.

(1 ܒܫܢܬ ܐܨܦܛ ܗܘܐ

(2 ܥܘܩܒܪܐ ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ

(3 ܕܛܒܝܬܐ ܡܗܝܡܢܬܐ

(4 ܐܠܡܠܝܓܝܬܐ

«Im Jahre 1599 (1288), das ist die Maus (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Tabîtâ Almaligita**» (d. h. die aus Almalig).

Zeile 1 befindet sich über dem Kreuze, Zeile 2 senkrecht links und Zeile 3 und 4 stehen ebenso rechts von demselben.

Das zweite Wort der 3. Zeile ist mehr errathen als gelesen.

Da der Name des Ortes in der 4. Zeile mit einem ܐ nach dem zweiten ܠ geschrieben ist, möchte man denken, dass die Nestorianer jenen Namen Almalag und nicht Almalig ausgesprochen hätten. Ich vermuthe aber, dass hier ein Schreibfehler ist, statt ܐܠܡܐܠܝܓ; denn die Reisenden schreiben immer Almalik; arabisch wird der Name dieses Ortes المالق und auch № 3,3 und 11,1 wird der Name deutlich ܐܠܡܐܠܝܓ, Almalig geschrieben.

№ 99,1 (136).

Nach dem Originale (Tafel II, № 99,1).

(1 ܫܢܬ ܐܬܩܨܛ ܗܘܐ ܥܘܩܒܪ̈
(2 ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
(3 ܐܝܛܪܝܡ ܡܗܝܡܢܬܐ
(4 ܐܢܬܗ ܝܘܢܢ (l. ܝܘܚܢܢ) ܒܫܓܘ

«Im Jahre 1599 (1288), das ist die Maus (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Aiterim**, der Frau des **Juchanan** (Johannes) **Beschgu**».

ܐܢܬܗ steht unrichtig statt ܐܢܬܬܗ. Sollen jene Nestorianer das ܢ in diesem Worte ausgesprochen haben? Fast scheint dies der Fall gewesen zu sein; denn sonst hätte der Verfasser dieser Inschrift, welcher dieses Wort unorthographisch mit einem ܬ geschrieben hat, das ܢ ganz weggelassen; vgl. oben p. 27 zu № 82.

Es kann kaum zweifelhaft sein, dass ܝܘܢܢ nur aus Versehen statt ܝܘܚܢܢ gesetzt wurde.

Ob der erste Buchstab des folgenden Namens ܒ, oder ܟ zu lesen sei, ist unsicher; ersteres ist wahrscheinlicher, da das ܟ sonst in diesen Inschriften kleiner und mehr dem ܠ ähnlich ist.

№ 99,2 (167).

Nach dem Originale.

(1 ܫܢܬ ܐܬܩܨܛ
(2 ܗܘܐ ܥܘܩܒܪ̈ܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(4 ܡܝܒܘܠܘ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre 1599 (1288), das ist die Maus (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Mibulu**» (?).

Zeile 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, Zeile 3 steht senkrecht links und Zeile 4 ebenso rechts von demselben.

Der dritte Buchstab im Namen Zeile 4 ist unsicher, er scheint aber kein ܒ zu sein. Sollte doch dieser Buchstab wie ܒ zu lesen sein, würde dieser Name Micolo lauten, was vielleicht nur eine Corruption des Namens Nicolai sein dürfte; denn der gemeine Russe z. B. spricht noch jetzt diesen Namen Micóla aus, desgleichen Mikifer statt Nikephor.

№ 99,3 (197).

Nach einer Photographie und theilweise nach dem Originale.

ܒܫܢܬ ܐܨܦܛ ܒܫܢܬ (1
ܥܘܩܒܪ (2
ܗܢ[ܘ ܩܒܪܗ] (3
. . . . (4
. . . . (5
ܣܥܘܪܐ ܒ . . . . (6

«Im Jahre 1599 (1288), im Jahre der Maus. Dieses ist [das Grab des] . . . . . des Kirchenvisitators . . . .».

Auf dem Originale steht Zeile 1 über dem Kreuze und Zeile 2 über Zeile 1. Zeile 3 und 5 stehen senkrecht links und rechts vom Kreuze.

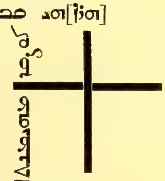
Das Original ist flach und viereckig, auch nicht hart, wie fast alle andern Steine es sind, sondern ein sehr weicher Sandstein und so bröckelig, dass man ihn fast für einen Ziegelstein halten könnte. Unterwegs ist der Stein in viele kleine Stücke zerbröckelt worden. Auf diesen Stücken haben sich nur die Worte ܒܫܢܬ und ܣܥܘ erhalten. Die Oberfläche war schon bei Abnahme des photographischen Abdrucks in Wernoje so zerstört, dass auf demselben nur die hier mitgetheilten Buchstaben noch erhalten waren. Das noch deutlich sichtbare ܒ am Ende bildet den Anfang eines schwer zu errathenden Wortes, welches vielleicht ܒܪܝܐ zu lesen ist.

№ 99,4 (208).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:

ܥܘܩܒܪܐ
ܗܘܐ ܐܨܦܛ ܒܫ[ܢ]ܬ
ܩܒܪܗ ܗܘ[ܢܐ]



Zu lesen:

ܒ[ܫܢ]ܬ ܐܨܦܛ ܗܘܐ (1
ܥܘܩܒܪܐ (2
[ܗܢܐ] ܗܘ ܩܒܪܗ (3
ܟܘܣܡܘ ܡܗܝܡܢܬܐ (4

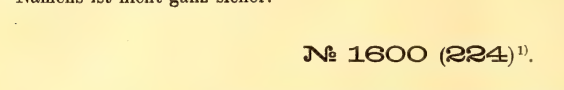
«Im Jahre 1599 (1288), das ist die Maus (das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kuzkiz**».

Die rechte Seite der Zeilen 1 und 3 ist theilweise zerstört. Der letzte Buchstab des Namens ist nicht ganz sicher.

№ 1600 (224)[1].

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

1) ܒܫܢܬ ܐ . ܬ . ܪ ܗܘܐ [ܬܘܪܐ]
2) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
3) ܡܫܝܚܐ ܩܫܐ



«Im Jahre 1600 (1289), das ist [der Stier] (d. h. das Stier-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Maschût**».

Zeile 1 befindet sich über und die Zeilen 2 und 3 stehen senkrecht links und rechts vom Kreuze.

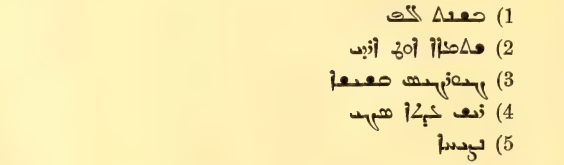
Die Zahlbuchstaben im Datum sind hier durch Punkte von einander getrennt, was sonst nirgends der Fall ist.

Nach ܗܘܐ ist, vielleicht aus Versehen, wie oben № 87, p. 26, und unten 3,1, p. 36, der Name des Thierjahres, hier der Stier, ausgefallen. Ob hier der fehlende Name mit dem syrischen ܬܘܪܐ, oder dem türkischen ܐܘܛ zu ergänzen sei, lässt sich nicht mit Bestimmtheit angeben; ersteres ist wahrscheinlicher, da in den älteren Inschriften meistens der syrische Name angegeben ist.

№ 1600,1 (154)[2].

Nach dem Originale.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ
2) ܘܬܠܬܐ ܐܘܛ ܐܪܕܝ
3) ܓܝܘܪܓܝܣ ܩܫܝܫܐ
4) ܪܝܫ ܥܕܬܐ ܣܓܝ
5) ܢܨܝܚܐ



«Im Jahre tausend sechshundert (= 1289), das ist der Stier (das Stier-Jahr). **Givargis** (Georgius), der Kirchenvorsteher, der Ruhmreiche».

---

1) Edirt l. c., № V.

2) Unrichtig edirt nach einer schlechten Copie l. c. № IV.

Das Kreuz in dieser Inschrift ist mit vielen Schnörkeln versehen und zwischen den vier Armen desselben befinden sich vier Anker. Ueber dem Kreuze sieht man fünf schräg gesetzte kleine und unter demselben vier kleine, wagerechte Kreuze. Unter diesen befindet sich noch eine netzförmige Verzierung.

Die Zeile 1 steht über, Zeile 2 senkrecht links und Zeile 3, 4 und 5 befinden sich senkrecht rechts vom Kreuze.

ܫܬܡܐܐ steht über der Zeile und darunter ein Wort, das aus einigen, jetzt weggemeisselten Buchstaben bestand, von denen nur der erste, ein ܚ, erhalten ist. Ich vermuthete anfangs, dass hier ܚܡܫ, fünf zu lesen und dass das Datum 1605 sei; da aber das folgende Wort unzweifelhaft ܐܘܕ, der Stier, lautet und das Stierajhr mit dem Jahre 1600 correspondirt, während das Jahr 1605 dem Pferde-Jahre entspricht, glaube ich, dass der Steinmetz aus Versehen ܚܡܫܡܐܐ, 500 statt 600 gesetzt und dann, sein Versehen bemerkend, die richtige Zahl darüber eingravirt und die falsche weggemeisselt hat, aber so, dass das ܚ noch ziemlich unversehrt blieb.

ܐܪܕܝ = ایردی ist türkisch mit der Bedeutung: er, sie, es war; es entspricht somit dem syrischen ܗܘܐ. Jenes türkische Wort kommt auch sonst selbst in rein syrisch abgefassten Inschriften vor.

Der Titel ܪܝܫ ܥܕܬܐ — zuweilen als ein Wort geschrieben —, Kirchenvorsteher, kommt auch sonst in diesen Inschriften vor; s. № 34 u. 38 und vgl. 11,2. 12,3 u. 50,24.

№ 1 (108).

Nach einer Photographie und einem Farben- und Grafit-Abdrucke.

(1 ܒܫܢܬ ܐܬܪܐ
(2 ܢܡܪܐ ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(3 ܕܝܥܩܘܒ ܥܠܝܡܐ ܪܚܝܡܐ

«Im Jahre 1601 (1290), der Tiger (d. h. das Tiger-Jahr). Dieses ist das Grab des lieblichen Jünglings **J'akûb**».

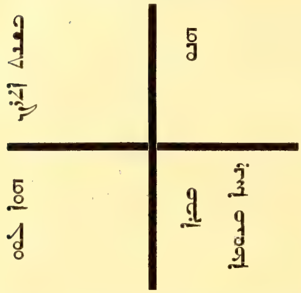
Zeile 1 steht über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links und rechts von demselben.

Zwischen ܪ und ܐ im Datum scheinen im Originale einzelne kleine Stückchen abgebröckelt zu sein, so dass der 2. Buchstab des Datums nicht ganz deutlich ist. Ich zweifle aber nicht, dass ich dasselbe richtig gelesen habe. Das Jahr 1601 (1290) entspricht in der That dem Tiger-Jahre des 12jährigen Thiercyclus.

№ 3 (118).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale: Zu lesen:



ܫܢܬ ܐܪ̈ܓ ܗܘܐ ܬܢܝܢ (1
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (2
ܕܕܢܚܐ ܩܝܘܡܐ (3

«Im Jahre 1603 (1292), das ist der Drache (d. h. das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab des Vorstehers (Aufsehers) **Denchâ**».

Der Name Zeile 3 ist nicht ganz sicher; der erste und der letzte Buchstab sind ziemlich deutlich und vom ܢܚ ist nur das letzte Häkchen sichtbar; ich glaube jedoch den Namen richtig gelesen zu haben. Dieser Name kommt auch in der Inschrift № 75,2, p. 19 vor.

ܩܝܘܡܐ, Präfectus, Inspector, ist hier offenbar ein Titel; ob damit eine Civil-, oder kirchliche Würde gemeint ist, kann ich nicht angeben. In einer palmyrenischen Inschrift vom Jahre 264 n. Chr. wird קיומא durch προστάτης im Sinne von Patron wiedergegeben[1]).

№ 3,1 (121).

Nach dem Originale (Tafel II, № 3,1).

ܫܢܬ ܐܪ̈ܓ ܗܘܐ [ܬܢܝܢ] (1
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (2
ܝܘܚܢܢ ܩܫܐ (3
ܛܒܓܙ (4

«Im Jahre 1603 (1292), das ist [der Drache] (d. h. das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Juchanan** (Johannes) **Tabgaz**».

Auch hier ist, wie in № 87 und 1600, der Name des türkischen Jahres nach ܗܘܐ nicht angegeben.

1) S. Melch. de Vogüé, Syrie centr., Inscript., Paris, 1868, p. 26, № 26, Zeile 5, u. ib. den griech. Text.

№ 3,2 (194).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܬܪܓ ܗܘ[ܐ] (1
[ܐ]ܬܢܝܢܐ ܗܢܐ ܩܒܪܗ ܕܡܠܟܐ (2
ܡܗܝܡܢܐ (3

Diese Inschrift ist in dem mir vorliegenden photographischen Abdruck grösstentheils sehr undeutlich.

Zeile 1. ܒܫܢܬ ist fast ganz verwischt. Das Datum las ich anfangs ܐܬܪܢ, 1650 (1339), aber ich bemerkte nachher, dass das Nun finale in den zahlreichen Inschriften aus diesem Jahre viel tiefer als hier steht. Das Jahr 1650 entspricht auch dem Hasen-Jahre, ܐܪܢܒܐ, welches Wort hier sicher sich nicht findet. Ich glaube daher den letzten Buchstaben des Datums als ܓ lesen zu müssen, obgleich der linke Strich dieses Buchstaben nicht zu sehen ist. — ܗܢܐ steht hier deutlich statt des gewöhnlichen ܗܢܘ.

Das erste Wort der zweiten Zeile ist fast ganz verwischt; ich glaube aber, dass es nicht anders als ܐܬܢܝܢܐ gelesen werden kann. Das Drachen-Jahr correspondirt auch mit dem Jahre 1603 = 1292 n. Chr. (vgl. oben № 74, p. 17). Das mit dem vorangehenden Buchstaben verbundene ܐ am Ende ist sehr deutlich. Der 3. Buchstab des Namens ist zwar nicht ganz deutlich, kann aber schwerlich anders als ܟ gelesen werden.

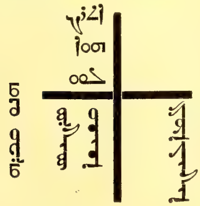
Diese Inschrift ist zu übersetzen:

«Im Jahre 1603 (1292), das ist der Drache (d. h. das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Malkâ**».

№ 3,3 (196).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܬܪܓ (1
ܗܘܐ (2
ܠܘܘ (3
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܫܝܪܓܒܫ (5
ܒܫܝܐ (6
ܐܠܦܐ ܠܟܡܓܐ (7

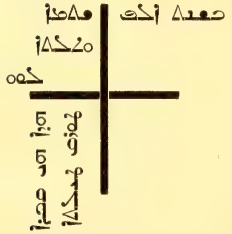
«Im Jahre 1603 (1292), das ist der Drache (das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters Serĝis (Sergius) Almaligaja» (aus Almalig).

Vgl. oben № 98 und 99, p. 30 f. und unten № 3,5. 11,1 und 11,2.

№ 3,4[1]).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܫܬܡܐ (1
ܘܬܠܬܐ (2
ܠܘܘ (3
ܗܢܐ ܗܝ ܩܒܪܗ (4
ܛܘܪܟ ܛܝܠܬܐ (5

«Im Jahre tausend sechshundert und drei (=1292); der Drache (das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab des jungen Mädchen **Turk**».

ܫܬܡܐ steht fehlerhaft für ܐܫܬܡܐ, ܬܠܬܐ für ܬܠܬ. Diese beiden Fehler kommen, wie oben bemerkt wurde, in diesen Inschriften sehr häufig vor.

ܛܝܠܬܐ könnte man zunächst nur für einen Schreibfehler für ܛܠܝܬܐ halten, da aber diese Form auch in № XI vorkommt, möchte ich lieber annehmen, dass der türkisch sprechende Verfasser dieser Inschrift, der als Türke keine zwei Consonanten im Anlaute aussprechen konnte, tiltâ statt tlitâ sprach und auch so schrieb.

№ 3,5 (196,a).

Nach dem Originale (Tafel II, № 3,5).

Die Zeilen des Originals, deren Anordnung aus der beiliegenden Tafel zu ersehen ist, sind wohl in folgender Reihenfolge zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܠܦܝܢ (1
ܗܘܐ (2
ܠܘܘ (3
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܢܘܚܢ ܒܘܪ (5
ܐܦܝܣܩܘܦܐ (6
ܕܐܠܡܠܝܓ (7
ܠܠܡܐܠܟܝܢ — ܣ (?) (8

1) Edirt l. c. 1 № VI. und abgebildet ib. Tafel, rechts oben.

Zeile 7. Die Lesung ܙܝܡܪܬ scheint mir ganz sicher zu sein. Was aber dieses Wort bedeutet weiss ich nicht; vielleicht ist ܙܝܡܪܬ, Ziamert, der zweite Name des Juchanan, der, wie öfters, in diesen Inschriften, nicht an die richtige Stelle gesetzt wurde.

Die letzte Zeile ist gleichfalls unklar. ܐܠܡܠܝܓ ist, glaube ich, ganz sicher und man möchte annehmen, dass auf das letzte ܓ ein ܐ folgen sollte, was ܐܠܡܠܝܓܝܐ, Almaligaja, d. h. aus Almalig (vgl. oben № 98. 99. 3,3 und 11,1 f.) ergeben würde. Aber das ܐ ist nicht zu sehen und auf das ܓ folgt ein ziemlich langer Strich, an dessen Ende zwei Buchstaben sich befinden, von denen der zweite ein ܣ zu sein scheint und der erstere vielleicht wie ܒ, ܠ, oder vielmehr wie ܘ zu lesen sein dürfte; ܐܠܡܠܝܓܘܣ kann aber auch unmöglich richtig sein.

Ich versuche diese Inschrift wie folgt zu übersetzen:

«Im Jahre 1603 (=1292), das ist der Drache (d. h. das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab des Chorepiscopus **Jûchanan Ziamert** Almaligajâ» (d. h. aus Almalig).

№ 5 (190).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ
(2 ܘܫܬܡܐܐ ܚܡܫܐ
(3 ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
(4 ܡܪܬܐ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert fünf (1294). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Marthâ**».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze und die Zeilen 3 und 4 vertical links und rechts von demselben.

№ 8 (210).

Nach einer Photographie.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ ܬܡ[ܢܐ]
(2 ܫܢܬ ܩܘܦܐ
(3 ܛܘܪܩܝܬ ܦܝܡ
(4 ܗܘ ܩܒܪܗ
(5 [ܐܪ]ܣܠܐ ܡܠܝܟ ܒܪܗ
(6 ܢܘܡܝܢ ܐܣܩܘܦܐ . . .
(7 . . . . .
(8 . . . . . .
(9 . . . . . .
(10 ܒܫܡܝܐ

«Im Jahre tausend sechshundert acht (= 1297), das Affen-Jahr, türkisch Pisin. Dieses ist das Grab des **Arslan Ming**, des Sohnes des Scholasticus Juschmid . . . . . im Himmel».

Zeile 1 befindet sich über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 stehen vertical links, die 4. 5. und 6. ebenso rechts und die übrigen horizontal unter demselben.

Pitschin heisst türkisch der Affe, und da es in dem semitischen Alphabet kein Zeichen für den Laut tsch giebt, wird derselbe in diesen Inschriften durch ܨ ausgedrückt.

Das, was auf den Namen Arslan Ming folgt, ist sehr unsicher; das Wort am Ende der 6. Zeile, sowie auch die Zeilen 7, 8 und 9, von denen die beiden letztern, wie es scheint, nur je ein Wort enthalten, sind sehr undeutlich und ich kann sie daher nicht entziffern das letzte Wort aber Zeile 10 scheint mir ziemlich sicher ܒܫܡܝܐ zu lauten, woraus zu folgern ist, dass die vorangehenden, unentzifferten Zeilen wohl eine Eulogie enthalten.

№ 9 (101).

Nach einer Photographie.

ܫܢܬ ܐܠܦ (1
ܘܫܬܡܐܐ ܬܫܥܐ (2
ܬܝܠ ܡܠܟܐ (3
ܗܢܐ ܩܒܪܗ (4
ܐܪܣܠܢ ܡܗܝܡܢܐ (5
ܒܪܗ ܣܪܓܝܣ ܩܫܐ (6

«Im Jahre tausend sechshundert neun, das Hunde-Jahr. Dieses ist das Grab des Gläubigen **Arslan**, des Sohnes des Priesters **Sergis**» (Sergius).

Die Zeilen 1—3 befinden sich über dem Kreuze, die 4. und 5. vertical links und die 6. Zeile steht ebenso rechts von demselben.

№ 10 (208)[1].

Nach dem Originale (Tafel II, № 10).

Wie die Zeilen dieser Inschrift auf dem Steine placirt sind, ist aus der beiliegenden Abbildung zu ersehen; ich glaube sie wie folgt ordnen zu müssen:

---

1) Unter den photographischen Abdrücken der archäologischen Commission enthält № 208 die oben № 99,4, p. 33 mitgetheilte Inschrift. Dagegen befindet sich unsere Inschrift in der Sammlung der photogr. Abdr. der hiesigen Universität doppelt, unter № 208 und 214.

ܘܥܣܪ

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬ[ܡܐܐ]

(2 ܗܘܐ ܬܢܓܘܙ

(3 ܗܕܝ

(4 ܩܒܪܗ ܕܡܪܬܐ ܡܗܝܡܢܬܐ

(5 ܒܪܬܗ ܩܫܝܫܐ

(6 ܦܫܐ

(7 ܒܬܘܠܬܐ ܪܚܝܡܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert zehn (1299), das ist das Schwein (das Schweine-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen Martha, der Tochter des Priesters (od. des Greisen) Peschâ; eine liebliche Jungfrau».

Unter andern giebt auch diese, in graphischer Hinsicht interessante Inschrift ein schlagendes Beispiel dafür, wie die Zeilen in diesen Grabinschriften oft untereinander geworfen sind; denn ܒܬܘܠܬܐ ܪܚܝܡܬܐ kann doch unmöglich nach ܗܕܝ und vor ܩܒܪܗ gelesen werden.

Ueber ܗܕܝ statt ܗܝ ܗܕܐ vgl. oben zu № 80,1, p. 23.

ܦܫܐ ist nicht ganz sicher; vielleicht ist hier ܦܛܐ zu lesen.

Das Epitheton ܒܬܘܠܬܐ ܪܚܝܡܬܐ kommt auch № 16 und 18 vor; vgl. oben p. 18 zu № 75.

№ 11 (48).

Nach dem Originale (Tafel II, № 11).

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ

(2 ܘܫܬܡܐܐ ܚܕܥܣܪ

(3 ܫܩܘܦܪܐ ܗܘܐ

(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ

(5 ܕܐܠܬܘܩ

(6 ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert elf (1300), das ist die Maus (das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Altuk**».

Die erste Silbe des Names ist unsicher; vielleicht ist es ܠܐ, La, oder ܐܝ, Ai, zu lesen.

№ 11,1 (59).

Nach einer Photographie.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

(2 ܚܕܥܣܪ ܗܘܐ ܫܩܘܦܪܐ

(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ

(4 ܕܣܘܪܓܬܡܫ ܦܫܐ ܟܠܝܠܬܐ ܪܚܝܡܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert elf (1300), es war die Maus (das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Givargis** (Georgius) **Almaligaja** (aus Almalik)».

Zeile 1 befindet sich über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 stehen vertical links und Zeile 4 steht vertical rechts von demselben.

Ueber Almalig vgl. das oben p. 31 zu № 98 Gesagte.

№ 11,2 (144).

Nach dem Originale (Tafel II, № 11,2).

Die Reihenfolge der auf dem Originale unter einander geworfenen Zeilen ist wohl die folgende:

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܚܕܥܣܪ ܗܘܐ
3) ܥܘܩܒܪܐ
4) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
5) ܕܡܘܫܐ ܩܫܐ ܐܠܡܠܝܓܝܐ
6) ܡܟܡܢܐ (ܡܟܠܡܢܐ?) ܛܐܫ ܠܥܡܠܗ
7) ܠܥܒܕܗ ܕܥܕܬܐ

Diese Lesung der Inschrift scheint mir, bis auf einige wenige Punkte, ganz sicher zu sein, aber die Erklärung der Zeile 6 ist sehr schwierig. Das erste Wort, das ein syrisches zu sein scheint und auch ܡܟܠܡܢܐ gelesen werden kann, ist mir unverständlich. ܡܟܡܢ, insidiatus est, passt hier durchaus nicht. Eben so wenig giebt ܡܟܠܡܢܐ, besonders in Verbindung mit dem folgenden ܛܐܫ, der Stein, irgend einen Sinn.

ܛܐܫ ist türkisch und bedeutet der Stein. Das letzte Wort der Zeile 6 glaube ich ܠܥܡܠܗ lesen und mit dem folgenden ܠܥܒܕܗ ܕܥܕܬܐ verbinden zu können; der Strich am Ende, der wie ein ܓ aussieht, mag in Folge einer Nachlässigkeit des Steinmetzes, mit dem vorangehenden Striche nicht verbunden worden sein. Alles Uebrige ist verständlich und wie folgt zu übersetzen:

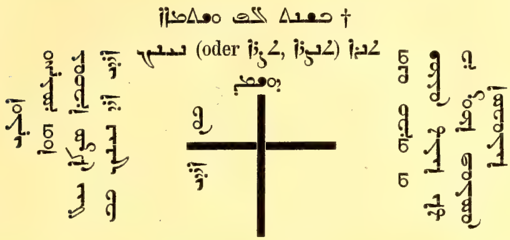
«Im Jahre tausend sechshundert elf (=1300), das war die Maus (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Muscha** (Moses), **Almaligaja** (aus Almalig) ...., der eifrig bemüht war für das Werk der Kirche».

№ 11,3 (160).

Nach dem Originale (Tafel II, № 11,3).

Diese Inschrift ist auf dem Originale auf folgende Weise placirt[1]):

1) Um dem Leser das Combiniren zu erleichtern habe ich hier diese Inschrift so gegeben, wie sie sich auf dem Originale befindet.



Diese Zeilen dürften wohl in folgender Reihenfolge zu ordnen sein:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܘܚܪܠܡܫ ܗܘܐ
(3 ܠܡܘܡܢܬܗ ܫܟܝܪ ܢܣܚ
(4 ܐܪܝܢ ܐܪܢܬܝܢ ܒܒ
(5 ܒܡ ܐܪܝܢ
(6 ܐܘܠܝܢ
(7 ܗܘ ܡܒܪܗ
(8 ܦܛܠܝܡ ܬܠܚܐ
(9 ܒܪ ܦܘܛܐ
(10 ܐܦܘܠܬܐ
(11 ܝܐܕ ܦܘܠܬܢܡ
(12 ܠܐܝܐ (oder ܐܝܪܐ, ܐܝܢܪܐ) ܫܡܝܢ
(13 ܕܘܩܡܝ (ܢܘܩܡܝ?)

Nur die Erklärung der Zeilen 12 und 13 bietet Schwierigkeiten, zum Theil auch deshalb, weil die Lesung und Setzung derselben unsicher ist. In Zeile 12 sind die ersten Buchstaben theils ganz unleserlich, theils sehr unsicher. ܠܐܝܐ ܫܡܝܢ, wie es gelesen werden kann, könnte heissen: «des Himmels». In der Inschrift № 8, p. 39 f. findet sich eine unleserliche Eulogie, deren letztes Wort höchst wahrscheinlich ܒܫܡܝܐ, «im Himmel» lautet; ܠܐܝܐܫܡܝܢ, «des Himmels», könnte wohl mit dem vorangehenden ܝܐܕ ܦܘܠܬܢܡ, «ein Gedächtniss (an den Todten) sei», in irgend einem Zusammenhange stehen. — Zeile 11. Die Formel ܝܐܕ ܦܘܠܬܢܡ kommt in diesen Inschriften oft vor; vgl. № 19,1. 28 und 34,2. ܝܐܕ ist, wie mein verehrter College, Herr Akad. Saleman, richtig vermuthet, das aus dem Persischen یاد entlehnte, tatarische یات, das Gedächtniss, die Erinnerung, und entspricht somit der syrischen Formel ܕܘܟܪܢ ܗܘܐ (№ 75,2, p. 19 f.). Der Sinn ist: das Gedächtniss (an den Todten, resp die Todte) möge sein.

Zeile 13 kann der 1. Buchstab auch ein ܢ sein und der Punkt unter ihm von einem

Bruche im Steine herrühren. Herr. W. Radlow meint auch, dass ein türkischer Name schwerlich mit einem ܕ beginnen könnte. Der letzte Buchstab kann ܖ, oder ܙ, oder auch ܝ sein. Nicht unbemerkt will ich lassen, dass der Name ܨܘܡܐ, oder ܨܘܡܢܐ in diesen Inschriften oft vorkommt. Vorausgesetzt, dass ich die Zeilen richtig geordnet und die Zeilen 12 und 13 an die richtige Stelle gesetzt habe, könnte man diese Inschrift wie folgt übersetzen:

«Im Jahre tausend sechshundert elf (1300), das ist die Maus (d. h. das Mause-Jahr), das Sizkan-Jahr (d. h. gleichfalls: das Mause-Jahr) war es; den 22. Tag des (Monats) Adar war es da er starb. Dieses ist das Grab des Knaben **Schim'ûn** (Simeon), des Sohnes des Scholasticus **Ṣûmâ**. Ein Gedächtniss (an ihn) möge sein!».....

№ 11,4 (169).

Nach einer Photographie.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܚܕܥܣܪ ܗܘܐ
3) ܥܩܘܒܪܐ
4) ܗܢܐ ܩܒܪܗ
5) ܐܪܣܠܢ ܛܘܢܓܐ
6) ܩܫܝܫܐ ܣܒܐ ܒܪ
7) ܝܟܐ

«Im Jahre tausend sechshundert elf (1300), es war die Maus (das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Arslan-Tunga**; ein gesegneter Greis».

Die Lesung der beiden letzten Worte halte ich für sicher; das Epitheton ܣܒܐ ܒܪܝܟܐ, «gesegneter Greis», kommt in diesen Inschriften einigemal vor; vgl. oben № 83, p. 24.

Zeile 1 steht über dem Kreuze, die Zeilen 3 und 4 befinden sich vertical links, 4 und 5 vertical rechts, 6 und 7 horizontal unter demselben.

№ 12 (133).

Nach dem Originale.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܬܪܬܥܣܪ ܗܘܐ ܫܢܬ ܬܘܪܐ
3) ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
4) ܩܘܬܘܩ ܟܐܬܘܢ

«Im Jahre tausend sechshundert zwölf (1301). Dieses ist das Grab der **Kutuk Chatun**».

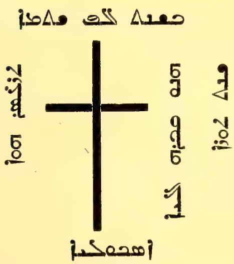
Ueber Chatun vgl. oben № 65, p. 13 f..

Zeile 1 befindet sich über und Zeile 4 horizontal unter dem Kreuze und die Zeilen 2 und 3 stehen vertical links und rechts von demselben.

№ 12,1 (134).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܬܪܥܣܪ ܗܘܐ
(3 ܫܢܬ ܬܘܪܐ
(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܐܠܝܐ
(5 ܐܣܩܘܠܝܐ

«Im Jahre tausend sechshundert zwölf (1301), das ist das Stier-Jahr. Dieses ist das Grab des Scholasticus **Elija**».

№ 12,2 (148).

Nach einer Photographie.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܬܪܝܢ ܥܣܪ
(3 ܬܘܪ
(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(5 ܝܘܚܢܢ ܐܣܩܘܠܝܐ

«Im Jahre tausend sechshundert zwölf (1301), der Stier (das Stier-Jahr). Dieses ist das Grab des Scholasticus **Juchanan**» (Johannes).

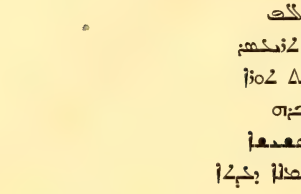
Zeile 1 steht über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links, 4 und 5 vertical rechts von demselben.

Die Form ܬܪܝܢ ܥܣܪ, etwa zweizehn statt zwölf, ist sehr auffallend. Da bei den Zahlwörtern in diesen Inschriften, mit sehr wenigen Ausnahmen, das Geschlecht unrichtig angegeben ist, erwartet man hier ܬܪܥܣܪ statt des grammatisch richtigen ܬܪܬܥܣܪܐ.

№ 12,3 (155).

Nach einer Photographie (Tafel II, № 12,3).

1) ܟܫܢܬ ܐܠܦ
2) ܫܬܡܐܐ ܬܪܝܥܣܪ
3) ܗܘܐ ܫܢܬ ܬܘܪܐ
4) ܗܢܘ ܟܗܢܐ
5) ܛܐܒܝ ܟܫܝܫܐ
6) ܣܓܝ ܥܡܢܐ ܕܥܕܬܐ



«Im Jahre tausend sechshundert zwölf (1301), das ist das Stier-Jahr. Dieses ist das Grab des Priesters **Taki**, der sehr eifrig bemüht war für die Kirche».

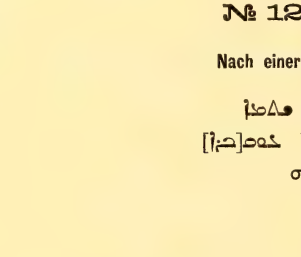
Hier kommt wieder eine neue Form für das Zahlwort zwölf vor, nämlich ܬܪܝܥܣܪ statt ܬܪܥܣܪ, wie hier sonst statt des richtigen ܬܪܬܥܣܪܐ geschrieben wird. ܬܪܝܥܣܪ ist übrigens im biblischen und targumischen Aramäisch die normale Form.

Der erste Buchstab des letzten Wortes, sowie auch der letzte des vorletzten sind zwar undeutlich aber doch ziemlich sicher. Ueber die Schlussformel vgl. oben № 11,2, p. 42.

№ 12,4 (170).

Nach einer Photographie.

1) ܟܫܢܬ ܐܠܦ ܫܬܡܐ
2) ܬܪܥܣܪ ܗܘܐ ܥܘܩ[ܒܪܐ]
3) ܗܢܘ [ܩܒ]ܪܐ
4) ܓܝܘܪܓܝܣ
5) ܐܣܟܘܠܝܐ



«Im Jahre tausend sechshundert zwölf (1300), das war die Maus (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab des Scholasticus **Ǵivarǵis**» (Georgius).

Zeile 1 steht über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links, 4 und 5 vertical rechts von demselben.

Das Jahr 1612 der seleucidischen Aera correspondirt nur in der Zeit vom Anfang October 1300 bis etwa Mitte Januar 1301 mit dem Mause-Jahre, in der übrigen Zeit entspricht es dem Stier-Jahre. Diese Inschrift stammt somit aus den letzten Monaten des Jahres 1300 n. Chr.

№ 13 (141).

Nach dem Originale (Tafel II, № 13).

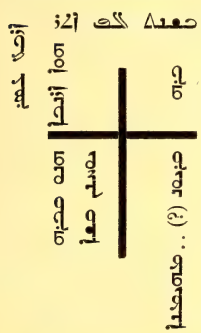
(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ
(2 ܬܠܬܥܣܪ ܗܘܐ
(3 ܫܢܬ ܢܡܪܐ ܛܘܪܟܐܝܬ
(4 ܦܐܪܣ
(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(6 ܕܫܘܡܐ

«Im Jahre tausend sechshundert dreizehn (1302), das ist das Tiger-Jahr, türkisch Pars (der Tiger). Dieses ist das Grab des Priesters Ṣûmâ».

№ 14 (191 a).

Nach einem Farben-Abdruck.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬ
(2 ܐܪܒܥ ܥܣܪ (sic)
(3 ܗܘܐ ܐܪܢܒܐ
(4 ܗܢܘ ܩܒܪܐ
(5 ܝܘܚܢܢ ܩܫܐ
(6 ܒܪܗ ܕܡܗܝܡܢܐ . . ܟܪܝܘܢ

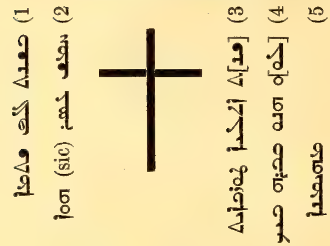
«Im Jahre 1600 (und) vierzehn (= 1303), das ist der Haase (das Haasen-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters Jûchanan (Johannes), des Sohnes des Gläubigen **Kriun** . . (?)».

Vom letzten Eigennamen sind die ersten 4 Buchstaben sicher, der 5 ist ܢ, oder ܝ zu lesen, der 6 ist unleserlich. Vielleicht steckt hier irgend eine Corruption des sonst bei den Syrern oft gebrauchten und auch in diesen Inschriften vorkommenden (vgl. № 21) Namen ܩܘܪܝܩܘܣ, Kyriakos?

№ 15 (174).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:



«Im Jahre tausend sechshundert fünfzehn (1304), das ist das Drachen-Jahr, türkisch Luu (der Drache). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Bek**».

Der photographische Abdruck dieser Inschrift ist an vielen Stellen sehr undeutlich; ich glaube aber dieselbe richtig gelesen zu haben; nur der Eigenname ist zweifelhaft. Der letzte Buchstab ist sicher, der erste könnte auch ein ܡ sein; der mittlere Buchstab ist ganz unsicher.

№ 16 (44).

Nach dem Originale.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

2) ܘܫܬܥܣܪ ܗܘܐ

3) ܫܢܬ ܚܘܝܐ

4) ܗܢܐ ܗܘ

5) ܩܒܪܗ ܕܡܐܝܦܪܗ

6) ܥܠܝܡܬܐ ܢܨܝܚܬܐ.

7) ܒܪܬܗ ܝܘܫܡܝܕ

8) ܡܠܦܘܢܐ

«Im Jahre tausend sechshundert sechzehn (1313), das ist das Schlangen-Jahr. Dieses ist das Grab der **Maïfrah**, des lieblichen Mädchen, der Tochter des Lehrers **Juschmid**».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über, 3 und 4 vertical links, 5 und 6 ebenso rechts, 7 und 8 horizontal unter dem Kreuze.

Ueber die Formel Zeile 6 vgl. oben zu № 10, p. 41.

Das letzte, übrigens ziemlich undeutlich eingravirte Wort steht fehlerhaft statt ܡܠܦܢܐ; vgl. oben № 97,2, p. 29 u. ib. Anmk. 2.

№ 16,1 (188).

Nach dem Originale.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ ܘܫܬܬܥܣܪ ܗܘܐ (1
ܘܫܢܬ ܬܢܝܢܐ (2
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (3
ܝܫܘܥ ܩܫܐ (4
ܒܪܗ ܕܨܘܡܐ ܐܒܐ (5

«Im Jahre tausend sechshundert sechzehn, das ist das Schlangen-Jahr. Dieses ist das Grab des Priesters **Ischu'** (Jesus), des Sohnes des **Ṣûmâ-Abâ**».

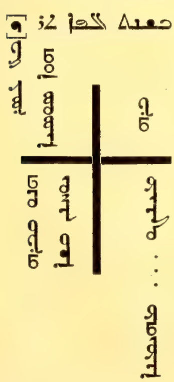
Die beiden ersten Zeilen befinden sich über dem Kreuze, die Zeilen 3 und 4 vertical links und rechts und die letzte Zeile steht horizontal unter demselben.

Abâ heisst der Vater, dann auch Abbas, der abbate, und wird auch als Eigenname gebraucht. Ob es hier zu übersetzen ist: «Der Sohn des abbate Ṣûmâ», oder «Der Sohn des Ṣumâ Abâ», kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Im ersteren Falle müsste allerdings Abâ vor Ṣûmâ stehen; aber in diesen, in so schlechtem Syrisch abgefassten Inschriften kann dieser Umstand nicht berücksichtigt werden. Doppelte Namen kommen hier sehr häufig vor.

№ 17 (171).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܠܦܐ ܬܪ (1
[ܘ]ܫܒܥ ܫܢܝܢ (2
ܗܘܐ ܫܘܫܢܐ (3
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܢܘܫܚ ܩܫܐ (5
ܒܪܗ ܕܟܠܝܘ .... ܕܟܘܟܒܐ (6

«Im Jahre tausend 600 (und) siebzehn (1306), das ist das Pferd (das Pferde-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Jûchanan** (Johannes), des Sohnes des Gläubigen **Mingu** . . . .».

Der photographische Abdruck ist zum Theil sehr undeutlich, so dass Manches darin mehr errathen als gelesen wurde.

Das Datum ist auch hier (vgl. oben № 14) auf eine sonderbare Weise ausgedrückt: zur Hälfte durch Zahlbuchstaben und zur Hälfte durch Zahlworte.

Die zweite Hälfte des Namens Mingu ist unleserlich.

№ 17,1 (175).

Nach einer Photographie und einem Farben- und Grafit-Abdruck.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܬܪܐ
(2 ܘܫܒܥܬܥܣܪ ܗܘܐ
(3 ܫܢܬ ܣܘܣܝܐ
(4 ܗܕ ܗܝ ܩܒܪܗ
(5 ܬܝܪܝܡ ܡܬܝ

«Im Jahre tausend sechshundert siebzehn (1306), das ist das Pferde-Jahr. Dieses ist das Grab des (od. der) **Tirim-Matai**».

Zeile 1 befindet sich über und Zeile 5 horizontal unter dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 stehen vertical links und Zeile 4 steht vertical rechts von demselben.

Das Pronomen demonstr. ܗܕ ܗܝ, welches, mit nur einer einzigen Ausnahme (vgl. № 53,4), in männlichen Personen gewidmeten Grabschriften niemals gebraucht wird (vgl. oben zu № 65, p. 13) dürfte dafür sprechen, dass ܬܝܪܝܡ ܡܬܝ ein weiblicher Name sei. ܡܬܝ, Mattai ist aber ein sehr häufig vorkommender syrischer Männername = Matthäus, und wenn ܡܬܝ ein weiblicher türkischer Name wäre, müsste auf das ܡ irgend ein Vocalbuchstab folgen. Man muss also annehmen, dass auch hier ausnahmsweise dieses weibliche Pronomen gebraucht wurde.

№ 17,2 (189 a).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܬܪܝ[ܙ]ܗܘܐ
(2 ܫܢܬ ܣܘܣܝܐ
(3 ܗܕ ܗܝ ܩܒܪܗ
(4 ܐܝܠ ܦܫܟܐ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre 1617 (1306), das ist das Pferde-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Jl-Peschga**».

Zeile 1 befindet sich über und Zeile 4 vertical rechts vom Kreuze; die Zeilen 2 und 3 stehen vertical links von demselben.

Im Datum sind nur die beiden ersten Buchstaben vollkommen sicher; die folgenden Buchstaben sind zerstört. Glücklicher Weise hat der Steinmetz ursprünglich diese Inschrift auf der andern Seite des Steines eingraviren wollen und hat da die Buchstaben ܒܫܢܬ ܐܬܪ gesetzt, worauf er die Arbeit dort abbrach und die Inschrift von Neuem auf der entgegengesetzten Seite begann. Die ersten 4 Buchstaben des Datums sind somit sicher und da das correspondirende türkische Jahr das Pferde-Jahr ist, kann der letzte Buchstab des Datums nur ein ܙ sein.

ܐܝܬ Zeile 4 ist nicht ganz unzweifelhaft.

№ 18[1]).

Nach einer Photographie des Herrn Jadrinzew.

(1 ܛܘܪܟܐܝܬ ܩܘܝ
(2 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ
(3 ܬܡܢܬܥܣܪ ܗܘܐ ܦܠ
(4 ܥܪܒܐ ܗܢܐ ܗܘ
(5 ܩܒܪܗ ܕܝܘܠܝܐ
(6 ܥܠܝܡܬܐ ܪܚܝܡܬܐ
(7 ܟܠܬܗ ܕܝܘܚܢܢ ܟܘܪ
(8 ܐܦܣܩܘܦܐ

«Im Jahre tausend sechshundert achtzehn (1307), das ist das Schaf-Jahr, türkisch Koï (das Schaf). Dieses ist das Grab des lieblichen Mädchen **Julia**, der Braut des Chorepiscopus **Jûchanan**» (Johannes).

Die ersten 3 Zeilen stehen über dem Kreuze, die Zeilen 4 und 5 vertical links, 6 und 7 vertical rechts und Zeile 8 befindet sich horizontal unter demselben.

Die Worte: «türkisch Koï» finden sich an der Spitze der Inschrift, wohin sie nicht gehören; wahrscheinlich hat der Steinmetz vergessen, sie an die richtige Stelle nach ܥܪܒܐ einzugraviren und setzte sie nachträglich dort wo er gerade Platz fand. Auf ein ähnliches Verfahren stösst man sehr oft in diesen Inschriften.

ܟܠܬܐ heisst Braut und Schwiegertochter, wir fassten aber dieses Wort in der ersteren Bedeutung auf, weil ܥܠܝܡܬܐ schwerlich von einer verheiratheten Frau gebraucht werden konnte. Παιδίσκη, Marc. XIV, 69 wird syrisch durch ܥܠܝܡܬܐ wiedergegeben.

Ueber Chorepiscopus vgl. oben № 66, p. 14 und unten.

1) Von mir früher edirt l. c., № VII; Abbildung daselbst auf der Tafel in der Mitte links.

Unter den mir vorliegenden Photographien findet sich noch eine Grabinschrift aus demselben Jahre, die ich aber hier nicht mittheile, weil ich den stark verwischten Namen der Verstorbenen nicht entziffern kann.

№ 18,1 (143).

Nach einer Photographie.

Aus demselben Jahre mit beiden Daten, darauf:
«Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ischu'**» (Jesus). — ...ܥ.
Der Name ist unsicher, ... ist aber ziemlich deutlich.

№ 19 (49).

Nach einer Photographie.

1) ... ...
2) ... ...
3) ... ...
4) ...
5) ...
6) ...

«Im Jahre tausend sechshundert neunzehn (1308), das ist das Affen-Jahr. Dieses ist das Grab der **Maïfrah Koschtanz**, der Tochter des Archidiacon **Ischu'**» (Jesus).

Die beiden ersten Zeilen befinden sich über und die beiden letzten horizontal unter dem Kreuze, die Zeilen 3 und 4 vertical links und rechts von demselben. Das Häkchen über dem 4. Buchstaben des ersten Namens Zeile 4 zeigt, dass jener wie ... und nicht wie ... zu lesen ist.

Ueber die beiden hier vorkommenden weiblichen Eigennamen werden wir unten sprechen.

Der Titel Archidiacon kommt noch einmal № 34 vor.

№ 19,1 (104).

Nach dem Originale (Tafel II, № 19,1).

1) ... ...
2) ... ...
3) ... ...
4) ... ...
5) ... ...
6) ...
7) ...
8) ... ...

«Im Jahre tausend sechshundert neunzehn, das ist das Affen-Jahr, türkisch Picin (der Affe). Dieses ist das Grab der **Kutluk-Ascha Koschtanz.** Ein Gedächtniss (an die Verstorbene) möge sein!»

Ueber die türkische Formel ܒܠܓܘ ܒܘܠܣܘܢ vgl. oben zu № 75,2, p. 20, 11,3, p. 43 und unten № 28. 34,2 und 48,4.

№ 19,2 (184).

Nach dem Originale (Tafel II, № 19,2).

ܒܫܢܬ (1
ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ (2
ܬܫܥܐ ܥܣܪ ܗܘܐ (3
ܫܢܬ ܟܘܦܐ (4
ܛܘܪܟܝܐܝܬ (5
ܦܝܟܝܢ (6
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (7
ܕܓܝܘܪܓܝܣ (8
ܩܫܐ ܒܪܗ (9
ܐܠܝܐ ܐܣܟܘܠ[ܣܛ]ܝܐ (10

«Im Jahre tausend sechshundert neunzehn (1308), das ist das Affen-Jahr, türkisch Picin (der Affe). Dieses ist das Grab des Priesters **Givargis** (Georgius), des Sohnes des Scholasticus **Elia**».

Die Oberfläche des Steines ist sehr uneben und voll von kleinen Vertiefungen, wodurch das Lesen der Inschrift sehr erschwert ist.

Das Zahlwort Zeile 3 lautet im Original ܗܫܥܐ statt ܬܫܥܐ, oder richtig ܬܫܥܬ; da aber bei den Zahlbuchstaben in der Regel und in den Zahlwörtern sehr häufig das Estrangelo-Tav gebraucht wird, glaube ich, dass der Steinmetz hier einfach vergessen hat, den senkrechten Strich nach oben zu verlängern, wodurch das Tav in ܗ verwandelt wurde.

Offenbar aus Unwissenheit ist ܩܘܦܐ mit ܟ geschrieben.

Der Name des Vaters des Verstorbenen ist im Original sehr undeutlich und daher unsicher; das folgende Wort dagegen ist, obgleich undeutlich, dennoch ziemlich sicher.

№ 19,3 (E).

Nach dem Originale.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ (1
ܬܫܥܣܪ ܗܘܐ ܛܘܪܟܝܐܝܬ (2
ܦܝܟܝܢ (3
ܗܢ ܗܘ ܩܒܪܗ ܕܡܪܝܡ (4
ܐܢܬܬܐ (5

«Im Jahre tausend sechshundert neunzehn, das ist türkisch Picin (das Affen-Jahr). Dieses ist das Grab des jungen Mädchen Marjam».

Im Originale folgt ܛܠܝܬܐ unmittelbar auf ܩܒܪܗ.

ܛܠܝܬܐ kommt noch vor № 44. 49,9 und 50,3. ܛܠܝܐ, wenn von Knaben die Rede ist, kommt sehr häufig vor.

Bloss die erste Zeile befindet sich horizontal über dem Kreuze, die übrigen Zeilen sind vertical links, rechts und unter demselben.

№ 21 (139).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ ܥܣܪܝܢ
(2 ܘܚܕ ܗܘܐ ܫܢܬ ܟܠܒܐ
(3 ܗܕܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
(4 ܩܘܛܠܘܩ ܛܪܝܡ
(5 ܡܗܝܡܢܬܐ
(6 ܒܪܬܗ
(7 ܕܩܘܪ[ܝ]ܩܘܣ
(8 ܣܥܘܪܐ

«Im Jahre tausend sechshundert einundzwanzig (1310), das ist das Hunde-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kutluk Terim**, der Tochter des Kirchen-visitators **Kurikus**» (Kyriakos).

Die erste Zeile steht über und die 3 letzten Zeilen stehen horizontal unter dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links und die 4. und 5. vertical rechts von demselben.

Ueber ܣܥܘܪܐ vgl. oben zu № 78 und 84, p. 21 und 25 und unten, wo von den kirchlichen Würden die Rede sein wird.

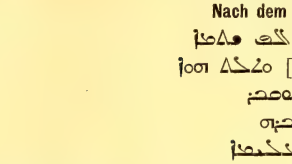
№ 21,1 (150).

Nach dem Originale.

Diese Inschrift ist ganz türkisch abgefasst und ist auch auf dem Steine sehr undeutlich, so dass ich bis jetzt nur das Datum und sonst noch einige Worte entziffern konnte. Sollte die Entzifferung noch mit Hülfe des Hrn. Akademikers W. W. Radlow gelingen, werde ich sie am Schlusse mittheilen.

№ 23 (180).

Nach dem Originale.

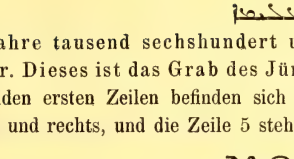


«Im Jahre tausend sechshundert und dreiundzwanzig (1312), das ist das Mause-Jahr. Dieses ist das Grab des Jünglings **Jûchanan**» (Johannes).

Die beiden ersten Zeilen befinden sich über dem Kreuze, die Zeilen 3 und 4 stehen vertical links und rechts, und die Zeile 5 steht horizontal unter demselben.

№ 24 (A).

Nach dem Originale.

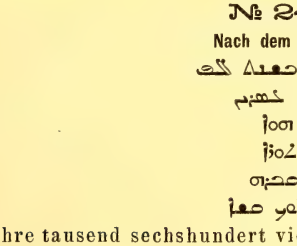


«Im Jahre tausend sechshundert vierundzwanzig (1313), das ist das Stier-Jahr. Dieses ist das Grab des Priesters **Kutluk**».

Die Zeilen 1—3 befinden sich über dem Kreuze, die übrigen Zeilen vertical links und rechts von demselben.

№ 27[1].

Nach einer Photographie des Herrn Jadrinzew.



1) Edirt l. c., № VIII, p. 14 ff. und abgebildet auf der ib. beigelegten Tafel rechts als 2. von oben.

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundzwanzig (1316), das ist das Drachen-Jahr, türkisch **Luu** (der Drache). Dieses ist das Grab des **Schelîchâ**, des berühmten Exegeten und Predigers, welcher erleuchtet hat alle Klöster (oder Kirchen) durch das Licht, des Sohnes des Exegeten **Petrus.** Gepriesen (war er an) an Weisheit, erhoben war seine Stimme wie eine Trompete. Unser Herr möge vereinigen seinen erleuchteten Geist mit den Gerechten und den Vätern; er möge theilhaftig werden alles Glanzes».

Die Zeilen 1—3 befinden sich über dem Kreuze, 4—7 vertical links, 8—12 ebenso rechts und Zeile 13 steht unter demselben.

Zeile 4—6. Aehnliche Lobsprüche findet man auch unter № 39.

Zeile 6. Die Nestorianer gebrauchen zwar ܕܝܪܐ auch in der Bedeutung Kirche überhaupt und nicht bloss Kloster, aber ܥܘܡܪܐ passt besser für letzteres.

ܡܫܒܚܐ ܕܚܟܡܬܐ, Zeile 9, wörtlich: «gepriesen an Weisheit» im Sinne von: «von preiswürdiger Weisheit»; vgl. das arabische محمود الحكمة; vgl. auch unten № 39, wo dafür ܡܫܒܚܐ ܒܚܟܡܬܐ steht.

Die Phrase Zeile 10 scheint nach Is. 58,1 und Apocal. I, 10 gebildet zu sein.

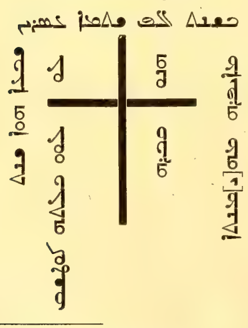
Die Redensart Zeile 11 f. kommt in ähnlicher Verbindung oben № 66 und 83, p. 14 und 24 und unten № 39, so wie auch in den von Rub. Duval edirten syrischen Grabinschriften aus Chosrâwa aus dem Jahre 1771 (= 1460 n. Chr.), vor[1].

Die letzte Zeile ist schwierig. Nach ܠܫܘܒܚ — das statt ܠܬܫܒܘܚ stehen mag — erwartet man eine Präposition wie ܒ, oder ܥܠ, die hier fehlt. ܢܨܚܘܬܐ, wo das ܕ nach unten gezogen ist wie in ܠܫܘܒܚ, ist nicht richtig und es muss ܢܨܝܚܘܬܐ heissen im Sinne von «Erhabenheit, Glanz».

№ 27,1 (120).

Nach einer Photographie und einem Farben- und Grafit-Abdruck.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ ܠܝܘܢܝ
2) ܘܫܒܥܐ ܗܘܐ
3) ܠܗ ܠܗܘ
4) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
5) ܕܐܣܩܪܗ ܕܡܘ[ܕ]ܫܝܢܬܐ
6) ܒܫܠܗ ܟܘܪܬܘܒ

1) Journ. As. VIII,5, 1885, p. 39 ff. bes. p. 48. S. auch unten da, wo wir von den in diesen Inschriften vorkommenden Eulogien handeln werden.

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundzwanzig (1316), das ist der Drache (das Drachen-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Maïfrah**, der Braut (oder Schwiegertochter) des **Kutáschek**».

Zeile 3 ܠܘ steht über dem linken Arm des Kreuzes und dann noch einmal unter demselben in voller Form ܠܘܘ.

Die letzte Zeile hier befindet sich auf dem Originale gleich hinter ܠܘܘ; ein solches Untereinanderwerfen der Zeilen ist, wie oft nachgewiesen wurde, hier nicht ungewöhnlich.

Wie der Name Zeile 6 lautet lässt sich nicht mit Sicherheit angeben. Der 4. Buchstab scheint ein ܫ zu sein; der letzte ist sicher ein ܟ; warum aber dieser Buchstab mit dem vorangehenden, gegen den allgemeinen Gebrauch, nicht verbunden ist, lässt sich schwer angeben. Nicht unbemerkt will ich lassen, dass in der Inschrift № 27,4 der ganz deutlich geschriebene Name ܟܘܬܐܫܝܟ, Kutaschek vorkommt. Dass der Name hier nicht ܟܘܬܘܟ, Kutuk zu lesen ist, scheint mir kaum zweifelhaft zu sein; denn von einem ܘ — das hier übrigens mit dem folgenden Buchstaben immer verbunden ist — ist auch keine Spur zu sehen.

№ 27,2 (128).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck (Tafel II, № 27,2).

ܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ (1
ܥܣܪܝܢ ܘܫܒܥ ܗܘܐ (2
ܫܢܬ ܬܢܝܢܐ ܛܘܪܟܝܬ (3
ܠܘܘ ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ (4
ܟܝܙ ܐܫܐ ܡܗܝܡܢܬܐ (5
ܟܠܬܗ ܕܐܝܘܢܢܝܓ ܝܘܚܢܢ (6

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundzwanzig (1316), das ist das Drachen-Jahr, türkisch **Luu** (der Drache). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kiz-Ascha**, der Braut (oder der Schwiegertochter) des **Ivan Jûchanan**» (Johannes).

Zeile 6. Ich glaube, dass der 4. Buchstab im 2. Worte ein ܘ und dass der nach unten gezogene Strich ein zufälliger ist und nicht zum Buchstaben gehört. Ich vermuthe, dass Ivan ein bei jenen Türken gebräuchlicher, aus Joannes gebildeter Name, und nig, statt ning, die türkische Genetiv-Endung sei. Bei Barhebraeus kommt die Form ܐܝܘܢܝ, Ivanî, für Joannes vor, und auch in Russland ist Ivan die allgemein gebräuchliche Form dieses Namens. Ivan und Jûchanan mögen also zwei Formen eines uud desselben Namens sein. Wäre

Ivan, oder Iga ein türkischer Beiname, würde er, nach dem in diesen Inschriften herrschenden Gebrauch, auf den Namen Jûchanan folgen. Hr. Akademiker Radlow dagegen meint, dass jenes zweifelhafte Wort vielleicht ܐܝܓܐܢܝܓ zu lesen sei, worin er das dsagataische ایگا, der Wirth, der Herr, zu finden glaubt, und nig gleichfalls als die Genetiv-Endung ansieht.

№ 27,3 (131).

Nach dem Originale (Tafel II, № 27,3).

1) ܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܥܣܪܝܢ ܘܫܒܥ ܗܘܐ
3) ܫܢܬ ܬܢܝܢܐ
4) ܗܢܐ ܩܒܪܗ
5) ܚܪܝܐ ܥܠܝܡܐ
6) ܒܪܗ ܒܘܩܘܣ

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundzwanzig (1316), das ist das Drachen-Jahr. Dieses ist das Grab des Jünglings **Charja**, des Sohnes des **Bukus**».

Der Name Zeile 5 ist sehr deutlich und somit ganz sicher; dagegen sind die ersten 3 Buchstaben im Namen Zeile 6 nicht ganz sicher. Der 3. Buchstab ist eher ein ܒ als ein ܟ.

№ 27,4 (187).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܥܣܪܝܢ ܘܫܒܥ ܗܘܐ
3) ܫܢܬ ܬܢܝܢܐ
4) ܗܢܐ ܩܒܪܗ ܨܘܡܐ
5) ܩܫܐ ܒܪܗ ܟܘܬܐܫܟ
6) ܣܥܘܪܐ

«Im Jahre tausend sehshundert siebenundzwanzig (1316), das ist das Drachen-Jahr. Dieses ist das Grab des Priesters **Ṣûmâ**, des Sohnes des Kirchenvisitators **Kutaschek**».

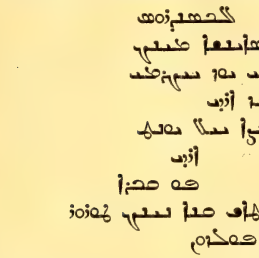
Zum Eigennamen Zeile 5 vgl. oben № 27,1.

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über, 3 und 4 vertical links und 5 und 6 ebenso rechts vom Kreuze.

№ 28 (125).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abruck.

1) ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ
2) ܟܐܢ ܫܐܝܢܫܐ ܡܝܢܟ
3) ܐܠܛܝ ܝܘܙ ܝܝܓܪܡܝ
4) ܣܟܝܙ ܐܝܪܕܝ
5) ܛܘܪܟܨܐ ܝܝܠ ܝܘܢܛ
6) ܐܝܪܕܝ
7) ܦܘ ܨܒܪܐ
8) ܐܝܠܛܐܫ ܩܢܐ ܢܝܢܟ ܛܘܪܘܪ
9) ܝܐܛ ܦܘܠܙܘܢ



Diese Inschrift ist ganz türkisch und ist mit arabischer Schrift wie folgt zu transcribiren:

1) الكسندروس
2) خان شاهنشا مينك
3) الطلى يوز ييجرمى
4) سكيز ايردى
5) طوركچا ييل يونط
6) ايردى
7) پو ܨܒܪܗ
8) ايلطاش قنا نينك طورور
9) ياط فولزون

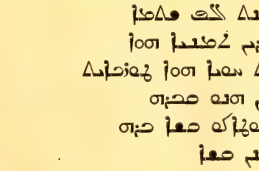
Zu übersetzen:

(Nach der Aera) «des Fürsten Alexanderos, des Königs der Könige, war es tausend sechshundert achtundzwanzig, türkisch war es das Pferde-Jahr. Hier ist das Grab des **Illtasch-Kana**. Ein Gedächtniss sei (dem Verstorbenen)!»

Ueber diese Eulogie vgl. oben 75,2. 11,3. 19,1 und unten 34,2 und 48,4.

№ 28,1 (130).

Nach dem Originale (Tafel II, № 28,1).



1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܦܬܟܐ
2) ܟܣܝܢ ܠܡܠܟܐ ܗܘܐ
3) ܦܢܐ ܣܘܣܐ ܗܘܐ ܛܘܪܟܝܐܝܬ
4) ܝܝܠܐ ܗܢܐ ܨܒܪܗ
5) ܐܝܠܛܐܫܐ ܩܢܐ ܒܪܗ
6) ܝܘܣܢ ܩܢܐ

«Im Jahre tausend sechshundert achtundzwanzig (1317), das ist das Schlangen-Jahr, türkisch ist es **Jilan** (die Schlange). Dieses ist das Grab des Priesters **Olutaku**, des Sohnes des Priesters **Jûchanan**» (Johannes).

Die Lesung des ersten Namens Zeile 5 ist unsicher; der 2. Buchstab ist sehr undeutlich und zwischen dem 4. und 5. Buchstaben, so wie auch am Ende des Namens finden sich noch vielleicht je ein undeutlicher Buchstab, dessen Lautwerth ich nicht angeben kann.

№ 28,2 (149).

Nach einer Photographie.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ ܬܡܢ[ܝܐ]
2) ܥܣܪܝܢ ܗܘܐ ܫܢܬ [ܢܘܢܐ]
3) ܛܘܪܟܝܬ ܝܠܐܢ
4) ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
5) ܛܝܒܘܬܐ ܡܗܝܡܢ[ܬܐ]

«Im Jahre tausend sechshundert achtundzwanzig (1317), das ist das Schlangen-Jahr, türkisch **Jilan**. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Taibûtâ**.

Zeile 1 steht über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links und 4 und 5 ebenso rechts von demselben.

Die Photographie ist sehr undeutlich, aber der Name Zeile 5 ist ganz sicher.

№ 29 (Or. Б)[1].

Nach dem Originale (Tafel III, № 29).

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ
2) ܘܫܬܡܐܐ ܬܫܥܣܪ ܛܘܝ
3) ܗܘܐ ܫܢܬ ܣܘܣܝܐ
4) ܗܢܐ ܗܘ
5) ܩܒܪܗ
6) ܟܘܛܠܘܟ
7) ܛܝܪܝܡ ܡܗܝܡܢܢܬܐ (sic)

«Im Jahre tausend sechshundert neunundzwanzig (1318), das ist das Pferde-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kutluk Tirim**».

1) Edirt l. c., № IX, p. 16.

№ 31 (69).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck (Tafel III, № 31).

ܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ ܘܬܠܬܝܢ (1
ܚܕ ܗܘܐ ܫܢܬ ܦܘܒܐ (2
ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ (3
ܟܝܙ ܟܝܢܐ ܡܗܝܡܢܬܐ (4

«Im Jahre tausend sechshundert einunddreissig (1320), das ist das Affen-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kiz-Kina**».

Ob Kina oder Lina zu lesen sei, ist nicht ganz sicher, ersteres ist graphisch wahrscheinlicher.

№ 32 (51).

Nach einer Photographie.

ܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ (1
ܬܠܬܝܢ ܬܪܝܢ ܗܘܐ (2
ܫܢܬ ܬܪܢܓܠܐ (3
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܦܙܪܟ ܡܗܝܡܢܬܐ (5

«Im Jahre tausend sechshundert zweiunddreissig (1321), das ist das Hahn-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Pazerk**».

Die ersten 3 Zeilen stehen über dem Kreuze und die Zeilen 4 und 5 vertical links und rechts von demselben.

Der vorletzte Buchstab des Namens ist unsicher; es ist nämlich die Spur eines kleinen Buchstabens zu sehen, der mit dem folgenden Buchstaben nicht verbunden ist; es kann also nur ܕ, ܪ od. ܖ sein[1]); da aber oben ein Punkt zu sein scheint, glaube ich es als ܪ lesen zu können.

---

1) Ein ܘ ist es sicher nicht, da dieser Buchstab in unsern Inschriften immer mit dem folgenden Buchstaben verbunden ist.

№ 84 (41).

Nach dem Originale (Tafel III, № 34).

«Im Jahre tausend sechshundert vierunddreissig (1323), das ist das Schweine-Jahr, türkisch **Tunguz** (das Schwein). Dieses ist das Grab des Kirchenvorstehers **Tak-Arslan** — ein gesegneter Greis —, des Sohnes des Archidiacon **Agusak**».

Ueber die Formel Zeile 7 vgl. oben № 83. 97,4. 1600,1. 11,4 und unten № 38.

№ 84,1 (172).

Nach dem Originale.

«Im Jahre tausend sechshundert vierunddreissig (1323), das ist das Schweine-Jahr. Dieses ist das Grab des Lehrers **Kusa**, des Sohnes des Kirchenvisitators **Givargis**» (Georgius).

Vgl. oben 97,2, p. 29 u. ib. Anmk. 2.

Die Zeilen 1—3 befinden sich über dem Kreuze, 4—7 vertical links und rechts und Zeile 8 steht horizontal unter demselben.

№ 34,2 (193).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck (Tafel III, № 34,2).

1) ܣܐܓܫ ܡܝܢܓ ܐܠܛܝ ܝܘܙ ܐܘܛܘܙ ܛܘܪܛ
2) ܐܝܪܕܝ ܛܘܪܟܝܐ ܝܝܠ ܛܘܢܓܘܙ
3) ܐܝܪܕܝ ܟܘܛ ܛܓܝܢ ܦܝܓ
4) ܐܘܠ ܫܐܕܝ ܦܝܓ
5) ܝܝܬܡܝܫ ܣܟܝܙ ܝܐ
6) ܝܫܝܢ ܛܐ ܟܘܪܝܠܕܝ
7) ܝܐܛ ܦܘܠܣܘܢ

Auch diese Inschrift ist ganz türkisch und in türkischer Transcription lautet sie wie folgt:

1) ساغش مينك الطلى يوز اوطوز طورط
2) ايردى طوركيا ييل طونغوز
3) ايردى كوط طغن پك
4) اول شادى پك
5) ييتميش سكيز
6) ياشين طا كوريلدى (= قيريلدى)
7) ياط پولسون

Zu übersetzen:

«Nach der Zahl tausend sechshundert vierunddreissig (= 1323) war es, türkisch war es das Schweine-Jahr. Dieses ist das Grab des **Kut-Tegin Peg** (= Beg), des Sohnes des **Schadi Pek.** Im Alter von achtundsiebzig Jahren wurde er erschlagen. Ein Gedächtniss sei (dem Verstorbenen)!»

Ueber diese Eulogie vgl. oben № 75,2. 11,3. 19,1. 28 und unten 48,4.

№ 34,3 (207).

Nach einer Photographie.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܦܠܛܐ
2) ܬܠܬܝܢ ܘܐܪܒܥ ܗܘܐ
3) ܦܢܠ ܩܘܒܪܐ
4) ܛܪܒܝܠ ܣܢܓܘܪ
5) ܗܘ ܡܒܪܗ
6) ܟܠܡܠܙ
7) ܡܗܝܡܢܐ

«Im Jahre tausend sechshundert vierunddreissig (1323), das ist das Mause-Jahr, türkisch **Sizkan** (die Maus). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ketlem**».

Die Zeilen 1 und 2 stehen über dem Kreuze, 3—5 vertical links und 6 und 7 ebenso rechts von demselben.

Die beiden Daten hier stimmen nicht mit einander; denn das Mause-Jahr entspricht der Zeit etwa vom Januar 1635 (1324) bis zum Januar 1636 (1325), während 1634 der seleucidischen Aera in die Zeit vom October 1322 bis zum October 1323 fällt. Das Jahr 1634 der seleucidischen Aera, vom 1. October beginnend, correspondirt in seinen ersten drei Monaten mit dem Hunde-Jahre und in seinen letzten neun mit dem Schweine-Jahre. Ich denke, man muss annehmen, dass der Verfasser dieser Inschrift in der Angabe jener Daten bei einem derselben ein Irrthum begangen hat. Wir werden übrigens weiter unten noch einen Fall constatiren, wo die beiden Daten nicht stimmen; vgl. unten № 45.

Vor dem Namen Zeile 6 merkt man auf der Photographie Spuren eines undeutlichen Gekritzels, das wohl von einem misslungenen Versuch den Namen einzugraviren herzurühren scheint.

Im Namen folgt auf dem ـــ ein Buchstab, der nur ein ـــ sein kann, da er dem ersten ـــ in ـــ vollkommen gleicht.

№ 35[1]).

Nach einer Photographie des Herrn Jadrinzew.

(1 ـــ

(2 ـــ

(3 ـــ

(4 ـــ

(5 ـــ

«Im Jahre tausend sechshundert fünfunddreissig (1324). Dieses ist das Grab der Gläubigen Ila-Köz».

Zeile 1 steht über dem Kreuze, die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links und 4 und 5 ebenso rechts von demselben.

ـــ statt ـــ ist nach der Aussprache des **b** = w, wonach aus Gabriel zuerst Gawriel, dann Gauril und zuletzt Guriel wurde; vgl. unter № 38, wo ـــ statt ـــ geschrieben ist, also o statt ـــ[2]).

1) Edirt, l. c., № X, p. 17.

2) Diese Aussprache des ـــ = **w** scheint schon im VIII., oder IX. Jahrhundert gebräuchlich gewesen zu sein; denn die Uïguren, welche ihre Schrift um jene Zeit von den Nestorianern entlehnt haben (s. unten), gebrauchen diesen Buchstaben, um durch ihn auch das **f** und **w** auszudrücken.

Den ersten Buchstaben des Namens Zeile 4 glaube ich jetzt mit Sicherheit ܩ lesen zu können. Das erste Wort Zeile 5 las ich früher ܩܘܡ; ich zweifle aber jetzt nicht, dass dieses Wort ܩܘܝ zu lesen sei. Wie Herr Akad. Radlow mir mittheilte, haben die Türken früher **ui** geschrieben, um damit den Laut **ö** auszudrücken.

№ 36 (173).

Nach dem Originale (Tafel III, № 36).

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ
2) ܫܬܡܐܐ ܘܬܠܬܝܢ
3) ܫܬܐ ܘܗܘܘܐ (sic) ܫܢܬ ܬܘܪܐ
4) ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܟܘܬܠܘܟ ܐܪܣܠܐܢ
5) ܡܗܝܡܢܐ (sic)

«Im Jahre tausend sechshundert sechsunddreissig (1325), und es war das Stier-Jahr. Dieses ist das Grab des Gläubigen **Kutluk-Arslan**».

Das zweite ܡ in Zeile 5 wurde nachträglich unter der Zeile hinzugefügt. Das Original hat ܡܗܝܡܢܐ; ob aus Versehen, oder ob deshalb, weil der türkisch sprechende Verfasser der Inschrift keine zwei Consonanten im Anlaute aussprechen konnte und daher ܡܗܝ statt ܡܗ schrieb, kann ich nicht angeben; vgl. oben № 3,4, p. 38.

№ 36,1 (200).

Nach dem Originale.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܘܬܠܬܝܢ ܫܬܐ ܫܢܬ
3) ܬܘܪܐ ܗܢܘ
4) ܩܒܪܗ
5) ܐܗܪܘܢ
6) ܩܫܐ

«Im Jahre tausend sechshundert sechsunddreissig (1325), das Stier-Jahr. Dieses ist das Grab des Priesters **Ahrun**» (Ahron).

Die beiden ersten Zeilen befinden sich über dem Kreuze, die Zeilen 3 und 4 vertical links und die 5. und 6. ebenso rechts von demselben.

№ 38 (223)[1].

Nach einer Photographie.

ܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ (1
ܘܬܠܬܝܢ ܘܬܡܢܝܐ ܗܘܐ (2
ܫܢܬ ܐܪܢܒܐ (3
ܛܘܪܟܝܬ ܦܝܟܝܢ (4
ܦܐܪܙ (5
ܗܢܐ ܩܒܪܗ (6
ܝܘܚܢܢ ܐܬܟܢܝ (7
ܐܩܦܫ ܒܪܗ (8
ܕܨܠܝܒܐ ܦܪܢܣܬܐ (9

«Im Jahre tausend sechshundert achtunddreissig (1326), das war das Haasen-Jahr, türkisch **Picin** (der Affe), **Parz** (der Tiger). Dieses ist das Grab des **Jûchanan** (Johannes), beigenannt **Akpasch**, des Sohnes des Ṣeliva (Ṣelibâ), des Kirchenvorstehers».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, 3—5 vertical links — ܦܐܪܙ unter dem linken Arm des Kreuzes —, 6 und 7 ebenso rechts und 8 und 9 horizontal unter demselben.

Die Angabe des Datums nach dem 12jährigen Thiercyclus ist hier verworren und unrichtig. Das Jahr 1638 correspondirt in der Zeit vom 1. October 1326 bis etwa Januar 1327 n. Chr. mit dem Tiger-Jahre und vom Januar bis zum 1. October 1327 mit dem Haasen-Jahre. Die Angabe in dieser Inschrift: «Das Haasen-Jahr (ܫܢܬ ܐܪܢܒܐ), türkisch Picin» (der Affe) ist somit in doppelter Beziehung falsch; erstens weil ܐܪܢܒܐ der Haase und ܦܝܟܝܢ der Affe bedeutet und sich also nicht decken und dann weil das Affen-Jahr (mit dem Jahre 1638 = October 1326 — October 1327) nicht correspondirt. Ich vermuthe daher, dass das Wort ܦܐܪܙ (statt des sonst gewöhnlichen ܦܐܪܣ), welches offenbar von anderer Hand auf dem leeren Raum hinzugefügt wurde, hier eine Correctur der vorangehenden falschen Angabe ist und dass unsere Grabinschrift in die Zeit zwischen dem 1. October 1326 und dem Januar 1327 fällt, wo das seleucidische Jahr 1638 noch dem Tiger-Jahre entsprach. Aus dem Umstande aber, dass für ein und dasselbe Jahr des 12jährigen Thiercyclus zwei sich nicht deckende Namen syrisch und türkisch angegeben sind, was auch in der gleich mitzutheilenden Inschrift aus demselben Jahre der Fall ist, möchte man vielleicht folgern, dass die syrisch sprechenden Christen jener Gegend, jenes Jahr mit dem Beginn des seleu-

---

1) Edirt l. c., № XI, p. 17 f. nach einer sehr schlechten Copie aus freier Hand.

cidischen Jahres zu rechnen pflegten, während bei den türkisch sprechenden das Thiercyclus-Jahr, ebenso wie bei den Chinesen, im Januar begann. Die ersten drei Monate des Jahres 1638 correspondirten daher bei den erstern mit dem Haasen- und bei den letztern noch mit dem Tiger-Jahre. Die Gleichstellung von ܦܪܙ mit ܐܪܢܒܐ ist somit jedenfalls unrichtig; vgl. unten № 45.

ܟ̰ܠܝܘܐ ist nach der neusyrischen Aussprache des ܒ, b = w, geschrieben statt ܟ̰ܠܝܒܐ.

Ob der Titel «Kirchenvorsteher» sich auf den Verstorbenen, oder auf dessen Vater bezieht, lässt sich nicht mit Sicherheit angeben.

№ 38,1 (68).

Nach einer Photographie.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
2) ܘܬܠܬܝܢ ܘܬܡܢܝܐ ܗܘܐ
3) ܫܢܬ ܐܪܢܒܐ
4) ܛܘܪܟܐܝܬ ܦܐܪܙ
5) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
6) ܕܡܪܝܡ ܡܗܝܡܢܬܐ
7) ܐܢܬܗ (sic) · ܘ · ܐ

«Im Jahre tausend sechshundert achtunddreissig (1327), das ist das Haasen-Jahr, türkisch **Parz** (der Tiger). Dieses ist das Grab der Gläubigen Mariam, der Frau des . . . .».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, 3 und 4 vertical links, 5 und 6 ebenso rechts und Zeile 7 steht horizontal unter demselben.

Die türkische Benennung des Jahres 1638 ist undeutlich, aber sicher ist es, dass die sichtbaren Spuren des betreffenden Wortes nicht als ܛܒܫܩܢ, Tabischkan, der Haase, gelesen werden können; auch ist der erste Buchstab jenes Wortes leicht als ܦ zu erkennen und auch das folgende ܐ scheint mir ziemlich sicher zu sein; ja mit Hilfe einer guten Lupe glaube ich auch Spuren von ܪܙ zu finden. Die Lesung ܦܐܪܙ, statt des sonst gewöhnlichen ܦܐܪܣ, scheint mir ganz sicher zu sein. Ueber den Widerspruch zwischen den beiden Angaben: 1638 = dem Haasen-Jahre, türkisch ܦܐܪܙ, der Tiger, habe ich bei der Erklärung der vorangehenden Inschrift meine Vermuthung ausgesprochen.

Das letzte Wort der Inschrift, den Namen des Mannes der Verstorbenen, kann ich nicht entziffern.

№ 38,2 (122).

Nach einer Photographie.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ (1
ܘܫܬܡܐܐ ܬܠܬܝܢ (2
ܘܬܡܢܝܐ ܗܘܐ ܫܢܬ (3
ܐܪܢܒܐ ܗܘܐ (4
ܛܒܫܩܐܢ (5
ܛܘܪܟܝܐ (6
ܗܢܐ ܩܒܪܗ (7
ܣܪܓܝܣ ܩܫܐ (8
ܒܪ ܝܫܘܥ ܟܪܣܘܢܐ (9

«Im Jahre tausend sechshundert achtunddreissig (1327), das ist das Haasen-Jahr, türkisch **Tabischkan** (der Haase). Dieses ist das Grab des Priesters **Sergis** (Sergius), des Sohnes des **Ischu'** (Jesus) Charsuna».

Die Zeilen 1—4 befinden sich über dem Kreuze, 5 und 6 vertical links und 7—9 ebenso rechts von demselben.

Ob der erste Buchstab des letzten Wortes Zeile 9 ein ܒ, b, oder ܟ, k ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. Im erstern Falle müsste man lesen ܒܪ ܣܘܢܐ, der Sohn des Sûnâ, im letztern wäre ܟܪܣܘܢܐ, Charsûnâ ein Beiname des Vaters Ischû'. Ersteres ist mir weniger wahrscheinlich, erstens weil der Name des Grossvaters des Verstorbenen in diesen Inschriften sonst nirgends angegeben ist und zweitens weil die andern ܒ, b, in dieser Inschrift flacher und breiter gezogen sind.

№ 38,3 (168).

Nach dem Originale.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ (1
ܘܫܬܡܐܐ (2
ܘܬܠܬܝܢ ܘܬܡܢܝܐ (3
ܗܘܐ (4
ܫܢܬ ܐܪܢܒܐ ܗܢܐ ܗܘ (5
ܩܒܪܗ ܕܟܝܙܫܐ (6
ܡܗܝܡܢܬܐ (7

«Im Jahre tausend sechshundert achtunddreissig (1327), das ist das Haasen-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kizascha**».

Die Zeilen 1—4 befinden sich über dem Kreuze, 5 und 6 vertical links und rechts und Zeile 7 steht horizontal unter demselben.

№ 39 (192).

Nach einer Photographie (Tafel III, № 39).

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ ܘܬܠܬܝܢ
(2 ܬܫܥܐ ܗܘܐ ܫܢܬ ܐܬܢܝܢܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܕܦܨܚܐ ܡܦܫܩܢܐ
(4 ܢܨܝܚܐ ܘܡܟܪܙܢܐ
(5 ܘܐܢܗܪ ܠܟܠܗܝܢ
(6 ܥܕܬܐ ܒܢܘܗܪܐ
(7 ܫܒܝܚܐ ܒܚ[ܟ]ܡܬܐ
(8 ܘܢܚܠܛ ܡܪܢ ܪܘܚܗ
(9 [ܥܡ] ܩܕܝܫܐ

«Im Jahre tausend sechshundert neununddreissig (1328), das ist das Drachen-Jahr. Dieses ist das Grab des **Peṣ-châ**, des berühmten Exegeten und Predigers, welcher erleuchtet hat alle Kirchen durch das Licht. Gepriesen (war er) an Weisheit. Und möge unser Herr vereinigen seinen Geist (mit) den Heiligen».

Vgl. die oben № 66 und 27, p. 14 und 55 f. mitgetheilten Grabinschriften, die in einem ähnlichen Stile wie diese Inschrift abgefasst sind.

Der mir vorliegende photographische Abdruck ist ziemlich undeutlich; ich glaube aber den Text richtig gelesen zu haben.

№ 40 (40).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܐܪܒܥܝܢ ܗܘܐ ܫܢܬ ܚܘܝܐ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(4 ܝܘܠ ܬܓܝܢ
(5 ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert vierzig (1329), das ist das Schlangen-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Jul-Tegin**».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über, 3 und 4 vertical links und rechts und Zeile 5 steht horizontal unter dem Kreuze.

№ 40,1 (140).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

ܒܫܢܬ ܐܠܦ (1
ܫܬܡܐܐ ܘܐܪܒܥܝܢ (2
ܘܗܘܐ ܫܢܬ ܚܘܝܐ (3
ܛܘܪܟܐܝܬ ܐܝܠܢ (4
ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܫܡܥܘܢ (5
ܡܗܝܡܢܐ (6

«Im Jahre tausend sechshundert vierzig (1329), das ist das Schlangen-Jahr, türkisch **Jilân** (die Schlange). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Schim'ûn**».

ܐܝܠܢ, statt des sonst üblichen ܝܠܢ, ist undeutlich, aber das ܐ am Anfange ist ziemlich sicher; vgl. die folgende Inschrift.

Der Name Zeile 5 sieht aus wie ܫܡܠܘܢ; ich glaube aber, dass das ܥ nur zufällig etwas zu hoch gezogen wurde und daher wie ܠ aussieht. Auch in ܐܪܒܥܝܢ ist das ܥ hier zu lang gezogen.

№ 40,2 (145).

Nach einer Photographie.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܫܬܡܐܐ (1
ܐܪܒܥܝܢ ܗܘܐ ܫܢܬ [ܚܘܝ]ܐ (2
ܛܘܪܟܐܐܝܬ (sic) (3
ܐܝܠܢ (4
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (5
ܨܘܡܐ ܡܗܝܡܢܐ (6

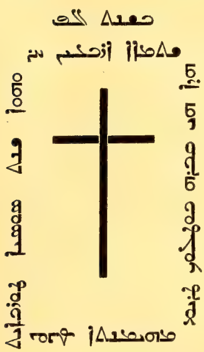
«Im Jahre tausend sechshundert vierzig (1329), das ist das Schlangen-Jahr, türkisch **Jilân** (die Schlange). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ṣûmâ**».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über, 3 und 4, 5 und 6 vertical links und rechts vom Kreuze.

№ 41 (3).

Nach dem Originale (Tafel III, № 41).

Auf dem Originale:



Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ
(2 ܘܫܬܡܐܐ ܐܪܒܥܝܢ ܚܕ
(3 ܗܘܐ ܫܢܬ ܣܘܣܝܐ ܛܘܪܟܐܝܬ
(4 ܝܘܢܬ
(5 ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ ܩܘܛܠܘܩ ܛܪܝܡ
(6 ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert einundvierzig (1330), dieses ist das Pferde-Jahr, türkisch **Jont** (das Pferd). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kutluk-Terim**».

№ 41,1 (66).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܘܐܪܒܥܝܢ ܘܚܕ ܗܘܐ ܫܢܬ
(3 ܣܘܣܝܐ ܛܘܪܟܐܝܬ
(4 ܝܘܢܬ
(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܝܘܚܢܢ ܩܫܐ
(6 ܥܠܝܡܐ ܪܓܝܓܐ

«Im Jahre tausend sechshundert einundvierzig (1330), dieses ist das Pferde-Jahr, türkisch **Jont**. Dieses ist das Grab des Priesters **Jûçhanan** (Johannes); ein lieblicher Jüngling».

№ 41,2 (124).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ
2) ܫܬܡܐܐ ܘܐܪܒܥܝܢ ܫܢ ܗܘܐ
3) ܫܢܬ ܣܘܣܝܐ
4) ܗܕܐ ܗܝ ܩܒܪܗ
5) ܡܪܝܡ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert einundvierzig (1330), dieses ist das Pferde-Jahr. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Mariam**» (Marie).

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, 3 und 4 vertical links und Zeile 5 steht ebenso rechts von demselben.

№ 42 (61).

Nach dem Originale.

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܫܬܡܐܐ
2) ܐܪܒܥܝܢ ܘܬܪܝܢ ܗܘܐ
3) ܫܢܬ ܟܪܟܐ
4) ܛܘܪܟܐܝܬ ܟܘܢ
5) ܗܕܐ ܗܝ ܩܒܪܗ
6) ܛܘܪ ܟܐܛܘܢ ܒܟܠ[ܝ]ܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert zweiundvierzig (1331), das ist das Schaf-Jahr, türkisch Kui (das Schaf). Dieses ist das Grab des jungen Mädchen Tur-Chatun».

№ 42,1 (151).

Nach dem Originale.

Die ersten vier Zeilen wie in der vorangehenden Inschrift, dann:

ܗܢܘ ܩܒܪܗ
ܛܐܦܐܦܐ ܟܘܫܛܐܢܝ

«... dieses ist das Grab der **Tapascha-Koschtanz**».

Das ܢ, n, im letzten Namen ist zweifelhaft.

№ 42,2 (219).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:

ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

ܘܐܪܒܥܝܢ ܘܬܪܝܢ ܘܗܘܐ

Die ersten Zeilen sind wie in № 42 von Zeile 1—4 zu lesen und zu übersetzen, dann:

ܗܢܘ ܩܒܪܗ

ܣܪܓܝܣ ܩܫܐ

«... dieses ist das Grab des Priesters **Sergis**» (Sergius).

№ 42,3 (63).

Nach dem Originale.

Die ersten 5 Zeilen wie in № 42, darauf: Dieses ist das Grab der Rafkâ-Koschtanz, der Frau des Arslan(?) — ܪܦܩܐ ܩܘܫܛܢܙ ܐܢܬܬܗ ܐܪܣܠܢ.

Die letzten 4 Buchstaben des zweiten Namens sind sehr undeutlich und von mir mehr gerathen als gelesen. Der Name ܪܦܩܐ «Rafkâ» ist identisch mit dem hebräischen Namen רבקה, der in der Peschîthâ immer ܪܦܩܐ, Rafkâ, geschrieben wird. Auch die Araber schreiben diesen Namen nach der vulgären Aussprache der Juden oft رفقا, Rifkâ.

№ 42,4 (177).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abruck.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

(2 ܐܪܒ[ܥ]ܝܢ ܬܪܝܢ

(3 ܫܢܬ ܦܘܩܐ ܛܘܪܟܝܬ ܩܘܝܢ

(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ

(5 ܡܪ ܣܪܓܝܣ

«Im Jahre tausend sechshundert zweiundvierzig (1331), das Affen-Jahr, türkisch **Pücin** (der Affe). Dieses ist das Grab des **Mar-Sergis**» (Sergius).

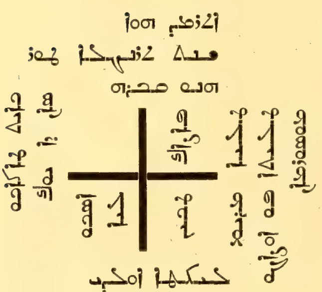
Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, 4 und 5 vertical rechts und Zeile 3 steht ebenso links von demselben.

Die beiden hier angegebenen Daten stimmen nicht zusammen; denn das Affen-Jahr entspricht der Zeit von ungefähr Mitte Januar 1643 bis Mitte Januar 1644 der seleucidischen Aera. Ich muss also die Angabe in dieser Inschrift über die Correspondenz der beiden Daten als eine irrthümliche ansehen; solche Irrthümer kommen, wie bemerkt, hier auch sonst vor; vgl. oben № 38. 38,1, p. 66 f. und unten № 45 und 45,1.

№ 44[1]).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

(1 ܐܠܦܡܚ ܗܘܐ
(2 ܫܢܬ ܬܪܢܓܘܠܐ ܬܘܪ
(3 ܟܝܐ ܬܟܐܟܘ
(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(5 ܕܣܢ ܕܐ ܝܘܩ
(6 ܐܣܟܘ
(7 ܠܝܐ
(8 ܦܙܐܟ ܬܝܟܝܢ
(9 ܛܠܝܐ ܡܪܝܡ
(10 ܛܠܝܬܐ ܗܘ ܐܠܬܝܢ
(11 ܡܘܣܘܪܡܢܝ
(12 ܒܡܠܟܘܬܐ ܐܘܠܝܢ

(Im Jahre) «1644 (1333), das ist das Hahn-Jahr, türkisch **Takaku** (das Huhn). Dieses ist das Grab des Scholasticus **San-Da-Jok**, des Knaben **Pazak-Tekin**, des jungen Mädchen **Mariam** (Marie). Diese drei sind im Muhammedanismus gestorben».

Diese Inschrift habe ich früher l. c., № XII edirt. Da aber dieselbe eine der ersten war, die ich zu sehen bekam[2]) und ich damals noch nicht die nöthige Uebung im Lesen und in der

1) Edirt l. c., № XII, p. 18 ff. und abgebildet auf der Tafel ib. unten links.

2) Es ist ein merkwürdiges Spiel des Zufalls, dass die 3 Grabinschriften, die ich zuerst zur Entzifferung bekam — nämlich diese, die folgende und № 3,4 — in jeder Beziehung die grössten Schwierigkeiten darboten. Selbst die sonst so einfachen und leicht verständlichen Buchstabengruppen: ܐܠܦܡܚ und ܐܠܦܡܚܗ boten Schwierigkeiten dar, weil ܫܢܬ erst später folgte. Von der

Interpretation dieser Inschriften hatte, habe ich Manches unrichtig gelesen und erklärt. Nach vielfacher Untersuchung des Originals glaube ich jetzt die gegebene Lesung, so wie auch die jetzige Uebersetzung für richtig halten zu dürfen. In der letzten Phrase: ܦܘ ܐܘܓܐܟܘ ܡܘܣܘܪܡܢܠܝܟܠܐ ܐܘܠܕܝ erkannte Herr Akad. W. Radlow die türkischen Worte بو اوچاكو موسورمانليكطا اولدى, d. h. «diese drei sind im Muhammedanismus gestorben». Herrn Radlow habe ich somit das richtige Verständniss dieses Satzes zu verdanken. Weiter unten werde ich diese Angabe näher besprechen.

№ 45[1].

Nach dem Originale.

ܐܬܪܡܗ ܗܘܐ (1
ܫܢܬ ܟܘܣܟܢ · ܬܘܪܟܐܝܬ (2
ܣܝܟܢ (3
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܣܢ ܕܪܝܘܟ ܐܟ (5

(Im Jahre) «1645 (1334), das ist das Mause-Jahr, türkisch **Sizkan** (die Maus). Dieses ist das Grab des **San-Derjok-Ak**».

Die erste Zeile steht über dem Kreuze, die übrigen Zeilen befinden sich vertical links und rechts von demselben.

Diese Inschrift befindet sich auf der andern Seite des Steines, auf dem die vorangehende Inschrift eingravirt ist.

Die beiden hier angegebenen Daten stimmen nicht überein; denn das Jahr 1645 entspricht dem Huhn- und Hunde-Jahre, während das Mause-Jahr mit den Jahren 1635 und 1647 correspondirt. Welches der beiden Daten hier das richtige ist, ist natürlich schwer zu entscheiden; vgl. oben № 38. 38,1, p. 66 f. 42,4 und gleich 45,1.

Der letzte Buchstab der Inschrift scheint ܟ und nicht ܢ zu sein, wie ich früher glaubte.

Existenz türkischer Elemente in diesen Inschriften hatte ich natürlich keine Ahnung. In № 3,4 wusste ich nicht, was ich mit ܟܘܣ, vor dem kein ܫܢܬ steht, und mit ܬܘܪܟܐ machen sollte. № 44 war die richtige Reihenfolge der Zeilen schwer zu finden, und ausserdem boten die Inschriften 44 und 45 auch in graphischer Beziehung grosse Schwierigkeiten dar. Und grade diese Inschriften waren die ersten, die ich zu entziffern hatte.

1) Edirt l. c., № XIII, p. 20 f. und abgebildet auf der Tafel rechts unten.

№ 45,1.

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ

(2 ܘܫܬܡܐܐ ܐܪܒܥܝܢ ܘܚܡܫ ܗܘܐ

(3 ܫܢܬ ܬܘܪܐ

(4 ܛܘܪܟܝܬ ܐܘܕ

(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ

(6 ܐܠܝܐ ܡܗܝܡܢܐ

«Im Jahre tausend sechshundert fünfundvierzig (1334), das ist der Stier (d. h. das Stier-Jahr), türkisch **ud** (der Stier). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ilijâ**» (Elias).

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, 3 und 4, 5 und 6 vertical links und rechts von demselben. ܐܘܕ Zeile 4 ist sehr undeutlich, dagegen ist ܬܘܪܐ Zeile 3 mir unzweifelhaft.

Auch hier correspondiren die beiden Daten nicht, da das seleucidische Jahr 1645, wie bemerkt, dem Huhn- und Hunde-Jahre entspricht und nicht dem Stier-Jahre. Es muss somit auch hier ein Fehler in einem der beiden Daten sich finden.

№ 46 (221).

Nach einer Photographie.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

(2 ܐܪܒܥܝܢ (sic) ܘܫܬܐ (sic) ܗܘܐ

(3 ܫܢܬ ܚܙܝܪܐ

(4 ܛܘܪܟܝܬ ܛܢܓܘܙ

(5 ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ

(6 ܦܙܟ ܡܗܝܡܢܬܐ

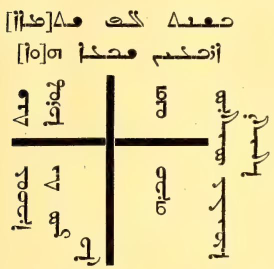
«Im Jahre tausend sechshundert sechsundvierzig (1335), das ist das Schweine-Jahr, türkisch **Tunguz** (das Schwein). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Pazak**».

Die Zeilen 1 und 2 befinden sich über dem Kreuze, 3—6 vertical links und rechts von demselben.

№ 47 (108).

Nach einer Photographie.

Auf dem Originale:



Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬ[ܡܐ]
(2 ܐܪܒܥܝܢ ܘܫܒܥܐ ܗ[ܘܐ]
(3 ܫܢܬ ܥܘܩܒܪܐ
(4 ܛܘܪܟܝܐܝܬ ܣܝܟܩܐܢ
(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(6 ܣܪܓܝܣ ܥܠܝܡܐ
(7 ܪܚܝܡܐ

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundvierzig (1336), das ist das Mause-Jahr, türkisch **Sizkan** (die Maus). Dieses ist das Grab des lieblichen Jünglings **Sergis**» (Sergius).

№ 47,1 (182).

Nach dem Originale (Tafel III, № 47,1).

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ
(2 ܐܪܒܥܝܢ ܘܫܒܥ
(3 ܗܘܐ ܥܘܩ[ܒ]ܪ
(4 ܛܘܪܟܝܐܝܬ (sic) ܣܝܟܩܐܢ
(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(6 ܛܐܪܝܡ ܥܠܝܡܐ
(7 ܪܚܝܡܐ

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundvierzig (1336), das ist die Maus (das Mause-Jahr), türkisch **sizkan** (die Maus). Dieses ist das Grab des lieblichen Jünglings **Tarim**».

Zeile 4 ist das erste Wort mit ܛ statt des sonst üblichen ܬ geschrieben.

№ 47,2 (189).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:

«Im Jahre tausend sechshundert siebenundvierzig (1336), das ist das Mause-Jahr, türkisch sizkan (die Maus). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ai-Magku**».

Der Name Ai-Magku scheint für Ai-Mangku zu stehen, wie dieser Name unten № XXV lautet.

№ 47,3 (4).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

Die ersten 5 Zeilen wie in № 47 — nur ... —, dann: ... «(dieses ist das Grab des) Gläubigen **Ṣûmâ**».

Die Zeilen 1 und 2 stehen über dem Kreuze, 3—6 vertical links und rechts von demselben.

№ 47,4 (218).

Nach einer Photographie.

1) ...
2) ...
3) ...

«Im Jahre 1600 siebenundvierzig. Die Gläubige **Tur-Terim**».

Zeile 1 steht über dem Kreuze und die Zeilen 2 und 3 befinden sich vertical links und rechts von demselben.

Das Datum ist auch hier auf eine ungewöhnliche Weise ausgedrückt; vgl. oben № 14 und 17, p. 47 und 49. Hier steht das ܐ von ܐܠܦ deutlich getrennt vom vorangehenden ܒ. ܝܢ in ܐܪܒܥܝܢ ist von mir ergänzt und auch in ܫܢܬ ist das ܢ verwischt. Sonderbar ist es, dass die gewöhnliche Formel: «Dieses ist das Grab» hier ganz fehlt. Das zweite ܬ im Namen ist nicht ganz sicher.

№ 48 (74).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ
(2 ܐܠܦܚܡܚ
(3 ܬܘܪܟܝܐܝܬ ܐܘܕ
(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(5 ܛܒܝܬܐ ܡܗܝܡ[ܢ]ܬܐ

«Im Jahre 1648 (1337), türkisch **ud** (der Stier). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Tabithâ**».

Die ersten beiden Zeilen stehen über dem Kreuze, Zeile 3 befindet sich vertical links und die Zeilen 4 und 5 stehen ebenso rechts von demselben.

№ 48,1 (8).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܐܪܒܥܝܢ ܬܡܢܝܐ ܗܘܐ
(3 ܫܢܬ ܬܘܪܐ ܬܘܪܟܝܐܝܬ
(4 ܐܘܕ
(5 ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
(6 ܕܩܘܛܘܪ ܛܐܪܝܡ
(7 ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert achtundvierzig (1337), das war das Stier-Jahr, türkisch **ud**. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kutur-Tarim**».

Die ersten 3 Zeilen stehen über dem Kreuze, die übrigen vertical links und rechts von demselben.

№ 48,2 (67).

Nach dem Originale.

Die ersten 4 Zeilen lauten wie die ersten 4 in № 48,1 dann: ... «Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ilijâ**».

Die Vertheilung der Zeilen über und von beiden Seiten des Kreuzes ist wie in der vorangehenden Inschrift.

№ 48,3 (77).

Nach einer Photographie.

Die ersten 4 Zeilen lauten — bei einer kleinen abweichenden Vertheilung derselben — wie in der vorangehenden Inschrift, dann: ... «dieses ist das Grab der Gläubigen **Mariam**» (Marie).

№ 48,4 (89).

Nach einer Photographie.

Diese Inschrift ist ganz türkisch abgefasst und es ist mir bis jetzt gelungen nur einige Zeilen zu entziffern. Diese lauten:

1) ...
2) ...
3) ...

Es folgen noch 5 verticale Zeilen links und rechts vom Kreuze, von denen ich nur die Schlussworte: ... entziffern kann.

Die türkische Transscription der ersten 3 Zeilen dürfte sein:

1) الكسندروس خان ساغش
2) مينغ الطى يوز كرك ساكيز
3) ايردى طوركچا بل اود ايردى

«Nach der Rechnung (Aera) des Fürsten Alexandros, tausend sechshundert achtundvierzig (1337) (Jahre) war es, türkisch war es im Stier-Jahre ..... Ein Gedächtniss sei (dem Verstorbenen), Amen, Amen!».

Ueber die Eulogie vgl. oben № 75,2. 11,3. 19,1. und 34,2.

№ 48,5.

Nach einer Photographie des Herrn Jadrinzew.

Auch diese, 11 Zeilen enthaltende Inschrift ist ganz türkisch abgefasst; ich habe sie in meiner erwähnten Abhandlung (Syr. Grabinschr. aus Semir.) p. 25, № XXII, so gut ich es damals vermochte, in einem lückenhaften Texte ohne Uebersetzung und Erklärung herausgegeben. Ich kann wohl jetzt Einiges besser lesen als damals, aber immerhin bin ich, selbst mit Hilfe des Herrn Akademikers W. Radlow, noch nicht im Stande, einen genauen Text und noch weniger eine Uebersetzung zu geben. Sollte es unsern gemeinsamen Bemühungen noch gelingen diese Inschrift zu entziffern und zu verstehn, werde ich sie am Schlusse mittheilen.

Die ersten 3 Zeilen derselben lauten fast ganz so wie № 48,4.

№ 49 (100)[1].

Nach einer Photographie.

1) ܒܫܢܬ ܐܬܪܡܛ
2) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
3) ܢܣܛܘܪܝܣ
4) ܩܫܐ
5) ܒܪܗ ܡܢܓܘ ܛܐܫ
6) ܡܗܝܡܢܐ ܡܝܬ ܒܡܘܬܢܐ

«Im Jahre 1649 (1338). Dieses ist das Grab des Priesters **Nestoris** (Nestorius), des Sohnes des Gläubigen **Mangu-Tasch**. Er starb an der Pest».

Im Bezug auf die letztere Angabe vgl. unten № 49,11 und 50,16.

Die beiden ersten Zeilen stehen über dem Kreuze und die 4 letzten vertical links und rechts von demselben.

№ 49,1 (12).

Nach dem Originale (Tafel III, № 49,1).

1) ܒܫܢܬ
2) ܐܬܪܡܛ ܗܘܐ
3) ܫܢܬ ܢܡܪܐ
4) ܓܘܪܒܐܠܝܬ ܒܪܗ (sic)
5) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
6) ܓܐܢ ܓܐܪܘܟ
7) ܟܟܠܡܝܐ

1) Edirt l. c., № XIV, p. 21. nach einer schlechten Copie aus freier Hand.

«Im Jahre 1649 (1338), das ist das Tiger-Jahr, türkisch **Pars** (der Tiger). Dieses ist das Grab des Mädchen Tasch-Tarim».

Nach ܒܫܢܬ findet sich auf dem Steine ein überfliessiges ܐ; wahrscheinlich hat der Steinmetz hier das Datum eingraviren wollen, aber dann, wegen der Beschaffenheit des Steines an dieser Stelle, diese Absicht aufgegeben und das schon eingravirete ܐ stehen lassen. Auch Zeile 2 findet sich nach dem ܐ des Datums ein Gekritzel auf dem Steine, welches wahrscheinlich misslungenen Buchstaben seine Entstehung zu verdanken hat.

№ 49,2 (112).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

1) ܒܫܢܬ ܐܬܪܡܛ
2) ܫܢܬ ܢܡܪܐ
3) ܘܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
4) ܫܝܪܝܢ ܥܠܝܡܬܐ

«Im Jahre 1649 (1338), das Tiger-Jahr. Und dieses ist das Grab des Mädchen **Schirin**».

Der Name ist auf dem Farbenabdruck vollkommen deutlich.

№ 49,3 (165).

Nach dem Originale.

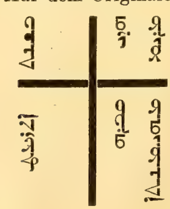
1) ܒܫܢܬ ܐܬܪܡܛ
2) ܗܢܘ ܩܒܪܗ
3) ܕܡܝܓܠܝܓ ܬܓܝܢ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre 1649 (1338). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Migleg-Tegin**».

№ 49,4 (181).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:



«Im Jahre 1649 (1338). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Mariam**» (Marie).

№ 49,5 (129).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

(2 ܐܪܒܥܝܢ ܘܬܫܥܐ

(3 ܗܢܐ ܩܒܪܗ

(4 ܕܙܠܝܒܐ

«Im Jahre tausend sechshundert neunundvierzig (1338). Dieses ist das Grab der **Zelîbâ**».

Zelîbâ kann hier, wegen des vorhergehenden Pronomens (vgl. oben zu № 65), als weiblicher Eigennamen aufgefasst werden, da er unten № XI (vgl. VI) sicher ein solcher ist.

№ 49,6 (176).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:

ܒܫܢܬ ܐܠܦ

ܘܫܬܡܐܐ ܐܪܒܥܝܢ

ܕܫܠܡܐ ܐܡܝܢ

Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ

(2 ܘܫܬܡܐܐ ܐܪܒܥܝܢ

(3 ܬܫܥܐ ܗܘܐ ܐܝܠ

(4 ܦܪܣ ܐܝܪܕܝ

(5 ܗܘ ܩܒܪܗ

(6 ܕܫܠܡܐ ܐܡܝܢ

«Im Jahre tausend sechshundert neunundvierzig (1338), das war das Tiger-Jahr. Dieses ist das Grab der **Schalamâ**. Amen!».

ܐܝܠ = يل ist türkisch und bedeutet Jahr. ܐܝܪܕܝ = ايردى ist gleichfalls türkisch und bedeutet «es war». Da ܗܘܐ vorangeht steht es eigentlich pleonastisch.

№ 49,7 (1).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ

(2 ܐܪܒܥܝܢ ܘܬܫܥ ܗܘܐ

(3 ܘܫܢܬ ܢܡܪܐ ܗܘܐ

(4 ܛܘܪܟܐܝܬ ܦܪܣ

(5 ܗܘ ܩܒܪܗ

(6 ܕܐ ܬܐܝ ܡܗܝܡܢܐ

«Im Jahre tausend sechshundert neunundvierzig (1338), das ist das Tiger-Jahr, das ist türkisch **Pars** (der Tiger). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Ta-Tai**».

№ 49,8 (153).

Nach einer Photographie und einem Farben- und Grafit-Abdruck.

Beide Daten wie in der vorangehenden Inschrift, dann: «. . . dieses (ܗܢܘ) ist das Grab der Elischbâ (Elisabeth) ܐܠܝܫܒܥ».

№ 49,9 (201).

Nach dem Originale.

Die ersten 4 Zeilen wie in der vorangehenden Inschrift — aber ܘܗܘܐ ܬܫܥܐ ܘܐܪܒܥܝܢ und ܗܘܐ nicht wiederholt —, dann:

ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ (5
ܕܘܠܝܬ ܛܠܝܬܐ (6

«. . . dieses ist das Grab des kleinen Mädchen **Dulit**».
Der erste Buchstab des Namens ist vielleicht ein ܙ.

№ 49,10 (203).

Nach einer Photographie.

Die ersten 4 Zeilen wie in der vorangehenden Inschrift — aber ܗܘܐ ܘܬܫܥܐ ܐܪܒܥܝܢ — dann:

ܗܢܘ ܩܒܪܗ (5
ܝܘܫܡܕ ܥܠܝܡܐ (6

«. . . dieses ist das Grab des Jünglings **Juschmed**».

№ 49,11 (222).

Nach einer Photographie (Tafel № 49,11).

Die Daten wie in 49,7 (aber ܦܐܪܣ), dann: ܗܢܘ ܩܒܪܗ | ܕܡܗܝܡܢܐ | ܣܢܡܟ | ܡܝܬ | ܒܡܘܬܢܐ.
«. . . dieses ist das Grab des Gläubigen **Sanmek**; er starb an der Pest».
In Bezug auf die letztere Angabe vgl. oben № 49 und unten № 50,16.

№ 49,12 (23).

Nach einer Photographie.

Die ersten Zeilen wie in den vorangehenden Inschriften, dann: «dieses ist das Grab der Gläubigen Kajûmâ — ܩܝܘܡܐ.

Es folgt hier eine lange Reihe von Grabinschriften, die alle aus dem Jahre 1650 (= 1348—49) herstammen. In diesem, so wie auch in dem vorangehenden Jahre, wüthete in jenen Gegenden, wie aus den Inschriften dieser beiden Jahre zu ersehen ist, die Pest, die einige Jahre später nach Europa kam und daselbst, als der schwarze Tod bekannt, die fürchterlichsten Verherungen gemacht hat. Da aber die Zahl der aus dem Jahre 1650 (1348—49) stammenden Inschriften ziemlich gross ist, werde ich, um Wiederholungen zu vermeiden, nur die syrischen Worte aus jeder Inschrift mittheilen, welche derselben eigenthümlich sind; so werde ich den Inhalt einer jeden Inschrift auf folgende Weise angeben: seleucidisches Datum (sel. D.) (ohne Rücksicht auf unwesentliche Varianten, wie ܘܚܡܫܝܢ od. ܚܡܫܝܢ, ܗܘܐ, od. ܗܘܘܐ), türkisches Datum (t. D.), syrisch und türkisch (s. u. t.), darauf den Namen und das, was sonst dabei gesagt ist, syrisch mit Uebersetzung. Hier und da werde ich aus besondern Gründen eine Ausnahme machen und auch angeben, wie die Zeilen der Inschrift auf dem Originale geordnet sind, falls dieselben unregelmässig gesetzt wurden.

№ 50 (106).

Nach dem Originale (Tafel III, № 50).

Sel. Datum, dann türk., syr. ܐܪܢܒܐ, türk. ܛܘܫܩܢ, darauf: ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ | ܐܘܪܘܓ ܡܗܝܡܢܬܐ. «. . . dieses ist das Grab der Gläubigen Urug».

Diese Inschrift stammt aus der Zeit etwa zwischen October 1650 = 1338 und Januar 1650 = 1339; denn die folgenden neun Monate des Jahres 1650 = 1339 entsprechen dem Haasen-Jahre, was in allen hier folgenden Inschriften mit dem Datum 1650 der Fall ist.

№ 50,1 (13).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

Sel. D. ܐܚܢ, t. D. nur syr. ܐܪܢܒܐ, darauf:

ܗܢܐ ܗܘ
ܩܒܪܗ
ܗܢ ܐܫܐ

«Im Jahre 1650 (= 1339), das ist der Haase (d. Haasen-Jahr). Dieses ist das Grab der **Han-Ascha**».

Die Lesung des Namens scheint mir ganz sicher zu sein. Dass derselbe ein weiblicher ist, folgere ich aus dem Pronomen ܗܝ ܗܘ; vgl. oben zu № 65, p. 12 und weiter unten.

№ 50,2 (16).

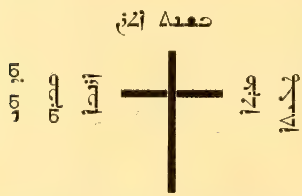
Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift; darauf: ܩܝܡܬܐ ܒܬܘܠܬܐ, . . . «(das Grab) des Mädchen **Kejamtâ**».

№ 50,3 (17).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale in grosser schöner Schrift:



«Im Jahre 1650. Der Haase (d. h. das Haasen-Jahr). Dieses ist das Grab des Mädchen **Martha**».

№ 50,4 (19).

Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift, darauf: ܦܙܟ ܡܗܝܡܢܬܐ . . . «(das Grab) der Gläubigen Pazak».

№ 50,5 (20).

Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift, darauf: ܝܘܚܢܢ ܡܗܝܡܢܐ . . . (dieses (ܗܢܘ) ist das Grab) «des Gläubigen **Jûchanan**» (Johannes).

№ 50,6 (34).

Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift — mit ܫܢܬ vor ܐܪܢܒܐ — darauf: ܩܒܪܐ ܐܣܟܘܠܝܐ . . . (dieses ist das Grab) «des Scholasticus **Azaria**».

№ 50,7 (33).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

Wie in der vorangehenden Inschrift, nur folgt auf ܐܪܢܒܐ ein ܗܘܐ ohne Angabe des türkischen Namens des Jahres, was übrigens auch sonst einigemal vorkommt; vgl. oben № 87 und 1600.

«. . . dieses (ܗܕ ܗܢ) ist das Grab der Gläubigen **Maîfrah**» — ܡܝܦܪܗ ܡܗܝܡܢܬܐ.

Sonst wird dieser Name ܡܐܦܪܗ geschrieben; vgl. oben № 16. 19. 27,1 und unten XVI.

№ 50,8 (35).

Nach einer Photographie.

Wie in der vorangehenden, darauf: «dieses (ܗܕ ܗܘ, sic) ist das Grab des Mädchen **Febronia**» — ܦܒܪܘܢܝܐ ܥܠܝܡܬܐ.

№ 50,9 (75).

Nach dem Originale (Tafel III, № 50,9).

Wie in № 50,7, darauf: «. . . dieses (ܗܢܘ) ist das Grab des lieblichen Jünglings **Hindu**, des Sohnes des **Tigln**» — ܗܢܘ ܥܠܝܡܐ ܗܢܕܘ ܒܪܗ ܕܬܓܠܢ.

№ 50,10 (7).

Nach dem Originale.

Sl. Datum, dann t. D., syr. und türk. ܬܒܫܟܢ, Tabischkan, der Haase, darauf: «dieses ist das Grab des Priesters **Juschmid**, des Sohnes des Gläubigen **Ischus** (Jesus) — ܝܘܫܡܝܕ ܩܫܝܫܐ ܒܪܗ ܝܫܘܣ ܡܗܝܡܢܐ. Das Original ist zwar sehr undeutlich, ich glaube aber die Namen richtig gelesen zu haben.

Der Name ܝܫܘܣ ist wohl nur eine kleine Corruption von Ιησοῦς; die Russen sprechen noch jetzt diesen Namen Issús aus.

№ 50,11 (31).

Nach dem Originale.

Sl. Datum, durch Zahlworte ausgedrückt, dann t. D. nur syr., darauf: «dieses (ܗܢܐ ܗܘ) ist das Grab des Mädchen **Julita**» — ܝܘܠܝܛܐ ܒܬܘܠܬܐ.

№ 50,12 (38).

Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift, darauf: «dieses (ܗܢܘ) ist das Grab des Scholasticus **Petros**».

№ 50,13 (62).

Nach einer Photographie.

Wie im Vorangehenden, darauf: «dieses ist das Grab des **Juschmid Pelula**» — ܝܘܫܡܝܕ ܦܠܘܠܐ — Das letzte Wort ist wegen der Undeutlichkeit der Schrift unsicher.

№ 50,14 (32).

Nach einer Photographie.

Sel. Datum in Zahlbuchstaben; dann t. d., syrisch und türkisch ܛܒܫܩܢܐ. Darauf: «Dieses ist das Grab des Priesters **Givargis**» (Georgius) — ܓܝܘ[ܪ]ܓܝܣ ܩܫܐ.

№ 50,15 (9).

Nach dem Originale.

Auf dem Originale:

Zu lesen:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ
(2 ܘܫܬܡܐܐ ܘܫܒܥܝܢ
(3 ܘܗܘܐ ܫܢܬ ܐܪܢܒܐ
(4 ܛܘܪܟܝܬ ܛܒܫܩܢ[ܐ]
(5 ܘܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
(6 ܕܟܠܡܣܝܣ ܛܐܪܝܣ
(7 ܡܗܝܡܢܐ

«Im Jahre tausend sechshundert fünfzig (1239) und dieses ist das Haasen-Jahr, türkisch **Tabischkan** (der Haase). Dieses ist das Grab der Gläubigen **Kutluk** (und der) **Tarim**».

Das letzte Wort ist auf dem Originale sehr undeutlich, es kann aber nicht anders als angegeben gelesen werden. Man muss also annehmen, dass Kutluk und Tarim die Namen von zwei weiblichen Personen waren, denen gemeinschaftlich ein Grabstein gesetzt wurde. Dass dort oft einige Personen ihre Ruhestätte in einem Grabe fanden ist schon oben (p. 3 u. ib. Anmk. 1) bemerkt worden.

№ 50,16 (30).

Nach einer Photographie (Tafel III, № 50,16).

Diese Inschrift ist auf dem Originale auf folgende Weise placirt.

Ich lese diese Inschrift wie folgt:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܫܬܡܐܐ

(2 ܘܚܡܫܝܢ ܗܘܐ ܫܢܬ ܐܪܢܒܐ

(3 ܛܘܪܟܐܝܬ

(4 ܛܒܫܩܢ

(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܩܘܛܠܘܩ

(6 ܡܝܬ ܒܡܘܬܢܐ ܥܡ ܐܢܬܬܗ

(7 ܡܢܓܘ ܟܠܟܐ

«Im Jahre tausend sechshundert und fünfzig (1339), das ist das Haasen-Jahr, türkisch **Tabischkan** (der Haase). Dieses ist das Grab des **Kutluk**; er starb an der Pest nebst seiner Frau **Mangu-Kelka**».

№ 50,17 (118).

Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift — ܛܒܥܒܐܢ —, darauf: «Dieses ist das Grab des Gläubigen **Kumru**» — ܟܘܡܪܘ.

№ 50,18 (27).

Nach dem Originale.

Wie in der vorangehenden Inschrift, darauf: «Dieses ist das Grab des Gläubigen **Saisar** — ܣܝܣܪ.

№ 50,19 (36).

Nach dem Originale.

Sel. Datum, dann türk., syr. ܐܪܢܘܒܐ und türk. ܛܒܥܒܐܢ, darauf: «Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab des Mädchens **Tur-T[ari]m**» — ܛܘܪ ܛ[ܐܪ]ܝܡ.

Die in Klammern eingeschlossenen Buchstaben sind im Original nicht zu sehen; daselbst steht ܛܘܪܛ oberhalb des rechten Arms des Kreuzes und dann ܡ unterhalb desselben; in der Mitte aber befindet sich eine Lücke, wo einige Buchstaben Platz haben, und ich glaube dieselbe, nach Analogie des Namens oben № 49,1 u. 50,15, mit den Buchstaben ܐܪ ausfüllen zu dürfen. Das Zahlwort ܘܡܬܥܒܝܢ sieht im Original wie ܘܡܬܥܒܐܢ aus. Das Nun finale ist mit dem vorangehenden Buchstaben nicht verbunden.

Ueber ܛܒܥܒܐܢ steht ܛܒ; wahrscheinlich hat der Steinmetz jenes Wort ursprünglich höher setzen wollen und es dann für gut fand, den Platz dafür etwas tiefer zu wählen.

№ 50,20 (37).

Nach dem Originale.

Wie in № 50,19, darauf: «Dieses (ܗܕܐ ܗܝ) ist das Grab der Gläubigen **Mak-Ascha**». — ܡܐܟ ܐܫܐ.

Der erste Buchstab des Namens ist vielleicht wie ܒ, **b**, zu lesen; vgl. unten № III, p. 95.

№ 50,21 (161).

Nach einer Photographie und einem Farben- und Grafit-Abruck.

Sel. und türk. Datum, syr. ܐܪܢܘܒܐ und türk. ܛܘܫܟܢ, Tuschkan; darauf: «Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab der Gläubigen **Puldi-Ṣak**». — ܦܘܠܕܝ ܨܐܟ —.

№ 50,22 (21).

Nach einer Photographie.

Sel. und türk. Datum, syr. fast ganz verwischt, türk. ܟܢܘܢ ܐܚܪܝ; darauf: «Dieses ist das Grab des Scholasticus **Sergis**» (Sergius).

№ 50,23 (22).

Nach einer Photographie.

Sel. und türk. Datum, blos syr. ܐܕܪ; darauf: «Dieses (ܗܢܘ ܗܕܐ) ist das Grab der Gläubigen **Kejamtâ**».

Im Texte unrichtig [illegible] statt [illegible] und [illegible] statt [illegible]; das ܕ ist nach unten gezogen.

№ 50,24 (109).

Nach einer Photographie (Tafel III, № 50,24).

Sel. und türk. Datum, syr. ܐܕܪ und türk. ܟܢܘܢ ܐܚܪܝ; darauf:

ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܕܩܫܝܫܐ ܫܠܝܚܐ (5
ܚܦܝܛ ܛܒܐܝܬ ܒܨܠܘܬܢ ܠܥܠܡ (6
ܕܘܟܪܢܗ (7
ܢܗܘܐ (8

. . . «Dieses ist das Grab des Priesters **Schelîchâ**, der sehr eifrig bemüht war (für die Kirche). Durch unser «Gebet» möge sein Andenken für ewig sein»!

Bei ܛܒܐܝܬ hat man sich wohl ܕܥܕܬܐ hinzuzudenken; vgl. 12,3 und 11,2. Die beiden letzten Worte der 6. Zeile habe ich mit Hülfe des Herrn Prof. Nöldeke entziffert. Das vorletzte Wort ist unsicher und vom letzten Worte ist nur ܗܘܐ zu sehn; vgl. oben № 75,2, p. 19 f.

№ 51 (117).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ (1
ܘܬܠܬܡܐܐ [illegible] (2
ܘܗܘܐ ܦܢܝܬ ܐܬܚܒܐ (3
ܬܘܪܢܬܐ ܠܗܘ ܗܢܘ ܩܒܪܗ (4
ܠܐܒܐ ܩܫܝܫܐ ܒܪܗ ܕܢܘܚ (5
ܩܫܝܫܐ (6

«Im Jahre tausend sechshundert einundfünfzig (1340) und das ist das Drachen-Jahr, türkisch **Luu** (der Drache). Dieses ist das Grab des Priesters **Ilja**, (Elias), des Sohnes des Priesters **Jûchanan**» (Johannes).

Der letzte Name ist unsicher, weil der Stein an der Stelle, wo derselbe eingravirt ist, mehrfach beschädigt ist. Am Schlusse des Namens findet sich ein Zeichen, das wie ein ܠ aussieht, welches mit einem folgenden ܐ verbunden ist, und vielleicht als ܢ gelesen werden kann. Jedenfalls ist die Lesung ܝܘܚܢܢ sehr unsicher.

№ 52 (147)[1].

Nach dem Originale.

ܒܫܢܬ ܐܠܦ (1

ܫܬܡܐܐ ܘܚܡܫܝܢ (2

ܘܬܪܬܝܢ ܗܘܐ ܫܢܬ (3

ܚܘܝܐ ܛܘܪܟܝܬ ܐܝܠܐܢ (4

ܗܢܘ ܩܒܪܗ (5

ܕܣܙܘܫ ܩܫܝܫܐ (6

ܒܪ ܝܘܟ (7

«Im Jahre tausend sechshundert zweiundfünfzig (1341), das ist das Schlangen-Jahr, türkisch **Ilan** (die Schlange). Dieses ist das Grab des Priesters **Sezusch**, des Sohnes des **Jok**».

Das 2. Wort Zeile 6 ist sehr undeutlich. Zeile 7 ist das ܟ in ܝܘܟ gleichfalls unsicher. Vielleicht ist ܒܪܝܘܟ, od. ܒܪ ܝܘܢ ein Beiname.

№ 53 (14).

Nach dem Originale.

Diese Inschrift ist auf folgende Weise auf dem Originale placirt:

1) So ist die № des photographischen Abdrucks; das Original, so wie auch der Farben-Abdruckbogen tragen die № 250.

Die Zeilen sind zu ordnen wie folgt:

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ
(2 ܘܫܬܡܐܐ
(3 ܚܡܫܝܢ ܘܬܠܬ
(4 ܗܘܐ ܚܘܝܐ
(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܩܘܬܠܘܩ ܦܓ
(6 ܥܠܝܡ ܛܠܝܐ

«Im Jahre tausend sechshundert und dreiundfünfzig (1341), es ist die Schlange (d. h. das Schlangen-Jahr). Dieses ist das Grab des Knaben **Kutluk-Peg**».

Diese Inschrift stammt aus der Zeit zwischen October und Januar 1341; denn die noch übrigen neun Monate desselben Jahres 1653 (1342) correspondiron mit dem Pferde-Jahre.

№ 53,1 (10).

Nach dem Originale.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܘܚܡܫܝܢ ܘܬܠܬ ܗܘܐ
(3 ܫܢܬ ܣܘܣܝܐ
(4 ܛܘܪܟܐܝܬ ܝܘܢܬ
(5 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(6 ܐܩܫܐܟ ܐܣܟܘܠܝܐ

«Im Jahre tausend sechshundert dreiundfünfzig (1342), das ist das Pferde-Jahr, türkisch **Jont** (das Pferd). Dieses ist das Grab des Scholasticus **Akschak**».

№ 53,2 (11).

Nach dem Originale.

Die ersten fünf Zeilen stimmen dem Wortlaute nach mit den ersten fünf Zeilen der vorangehenden Inschrift, nur scheint da ܐܘܢܬ statt ܝܘܢܬ zu stehen; dann:

(6 ܩܒܪܐ ܕܥܠܝܡܐ ܪܚܝܡܐ [ܦܘܩܐ]

. . . «Dieses ist das Grab des lieblichen Jünglings **Puka**».

№ 53,3 (15).

Nach dem Originale.

Die ersten 3 Zeilen wie in № 53, dann:

(4 ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ
(5 ܕܒܬܘܠܬܐ ܥܠܝܡܬܐ ܩܡܟ

. . . «Dieses ist das Grab des Mädchens **Kamak**».

№ 53,4 (22).

Nach einer Photographie.

Die ersten 3 Zeilen wie № 53, nur ܘܬܠܬܐ, dann; ܗܕܐ ܗܝ [ܩܒܪܗ] ܨܒܝܣ ܛܠܝܬܐ.
. . . Dieses ist (das Grab) des kleinen Mädchens **Sebis**».
ܩܒܪܗ ist wohl aus Versehen ausgefallen.
Der erste Buchstab des Namens ist unsicher.

№ 53,5 (18).

Nach dem Originale.

Die ersten 3 Zeilen wie in № 53; auch hier ܘܬܠܬܐ. Dann:

(4 ܗܕܐ ܗܝ
(5 ܩܒܪܗ
(6 ܐܘܣܟ ܛܪܝܡ
(7 ܛܠܝܐ

. . . «Dieses ist das Grab des Knaben **Osak-Tarim**».

Der zweite Buchstab des ersten Namens ist nicht ganz sicher und ist vielleit wie ܝ, i, zu lesen; dann würde der Name Aisak lauten.

Auffallend ist hier der Gebrauch des weiblichen Pronomen bei einem männlichen Verstorbenen; vgl. oben die Bemerkung zu № 65, p. 13 und weiter unten

№ 56 (205).

Nach einer Photographie.

(1 ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ
(2 ܘܚܡܫܝܢ ܘܫܬ ܗܘܐ
(3 ܬܪܢܓܠܐ (sic)
(4 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(5 ܕܟܗܢܐ ܣܘܡܐ ܥܠ(ܝ)ܡܐ
(6 ܪܚܡܐ (sic)

«Im Jahre tausend sechshundert sechsundfünfzig (1345), das ist der Hahn (d. h. das Hahn-Jahr). Dieses ist das Grab des Priesters **Sûmâ**; ein lieblicher Jüngling».

ܬܪܢܓܠܐ, worin übrigens nur ܠܐ und ܬ deutlich ist, steht statt ܬܪܢܓܘܠܐ. — In ܥܠܡܐ fehlt das ܝ und dann steht ܪܚܡܐ statt ܪܚܝܡܐ; vgl. oben, № 3,4, p. 38 und weiter unten.

B.

Undatirte Grabinschriften.

Es folgt jetzt eine Reihe von Grabinschriften, in denen das Datum zerstört ist, oder auf denen nur das türkische Datum sich findet, dann auch solche, die gar kein Datum haben.

№ I (209)[1].

Nach einer Photographie.

ܒܫܢܬ . . . ܡܪܬܐ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre . . . . die Gläubige **Martha**».

Diese Inschrift ist in sehr grosser, alterthümlicher Schrift abgefasst, und das stark zerstörte Datum zeigt, wie ich glaube, die Spuren der Zahl ܐܬܘ, 1406 (= 1095). Aus den erhaltenen Spuren ersieht man ziemlich deutlich, dass das Datum aus drei Buchstaben besteht, von denen der dritte augenscheinlich ein ܘ = 6, ist; die vorangehenden Buchstaben können daher nur ܐܬ, 1400, sein.

№ II (50).

Nach dem Originale.

Das Datum ist vollständig zerstört, zu lesen ist:

(1 ܥܘܩܒܪܐ ܗܢܘ
(2 ܩܒܪܗ ܗܢܕܘ

«Das Mause (-Jahr). Dieses ist das Grab des **Hindu**».
Hindu ist ein Männername; vgl. oben № 50,9.

№ III (198).

Nach dem Originale.

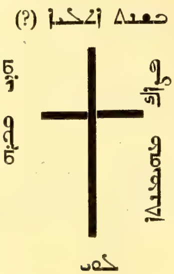
«Das Mause-Jahr (ܥܩܒܪ). Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab des Knaben **Bak-Mangu**» — ܒܟ ܡܢܓܘ ܛܠܝܐ.

1) Die Inschriften № I—XXVI stammen alle aus Pischpek, die folgenden XXVII—XXXVII aus Tokmak.

№ III,1 (114).

Nach dem Originale.

Auf dem Steine ist die Inschrift wie folgt placirt.



Die Zeilenordnung ist wohl folgende:

(1 ܒܫܢܬ ܐܓܠܝܐ (?)
(2 ܠܘܝ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(3 ܕܦܣܩ ܡܗܝܡܢܬܐ

Das zweite Wort Zeile 1 gebe ich nur als Conjectur; das erste ܐ ist ganz deutlich; dann folgt ein senkrechter, mit dem folgenden Buchstaben verbundener Strich, dann noch ein längerer und dickerer Strich, der ein ܠ sein kann. Der Schluss des Wortes ist theilweise zerstört, kann aber wie ܝܐ gelesen werden. Das ܐ, die darauf folgenden Buchstabenspuren und besonders das folgende ܠܘܝ veranlassen mich, das Ganze ܐܓܠܝܐ zu lesen. Demnach glaube ich diese Inschrift wie folgt übersetzen zu können:

«Im Drachen-Jahre, (türkisch) Lui. Dieses ist das Grab der Gläubigen **Paṣak**».

№ IV (146).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

(1 ܫܢܬ ܚܙܝܪܐ
(2 ܬܘܢܓܘܙ ܐܝܠ
(3 ܗܢܘ ܩܒܪܗ
(4 ܫܪܐܦܝܢ ܡܗܝܡܢܬܐ
(5 ܐܦܘܩܘܠܝܐ

Das letzte Wort ist auf der Photographie undeutlich, dagegen auf dem Farbenabdruck unzweifelhaft und nur das ܐ am Anfange ist unsicher. Was es bedeutet weiss ich nicht. Ich vermuthe, dass ܡܘ aus Versehen statt ܣ gesetzt wurde und dass das ganze Wort ܐܣܩܘܠܐ, Scholasticus, zu lesen sei. Ich übersetze dem gemäss:

«Das Schlangen-Jahr, türkisch **Ilan** (die Schlange). Dieses ist das Grab des Gläubigen **Schiramun**, Scholasticus» (?).

№ V (166).

Nach dem Originale.

ܦܝܓ ܫܢܬܐ (1
ܗܢܘ ܩܒܪܗ (2
ܛܫ ܝܘܓ ܡܗܝܡܢܐ (3

«Das Affen-Jahr. Dieses ist das Grab des Gläubigen Tasch-Jug».

№ VI (163).

Nach dem Originale.

ܗܕܐ ܗܝ ܩܒܪܗ (1
ܕܨܠܝܒܐ ܟܘܫܛܢܨ (2
ܦܝܓ ܐܝܠ (3

«Dieses ist das Grab der **Ṣelîbâ-Koschtanz.** Das Affen-Jahr».

Ṣelîbâ ist hier offenbar ein weiblicher Name, worauf der zweite Name und wohl auch das Pronomen am Anfange hinzuweisen scheinen; vgl. unten XI, wo Ṣelîbâ sicher ein weiblicher Name ist.

№ VII (158).

Nach dem Originale (Tafel III, № VII).

ܐܠܛܝ ܝܫܝ ܟܬܝ (1
ܐܝܦ ܣܛܐ (2
ܐܡܛܐ ܣܐܘܟܝ (3

Diese Inschrift ist ganz türkisch und ist nach der Meinung des Herrn Akad. Radlow wie folgt zu transcribiren und zu übersetzen:

1) ايتاغ نينغ كيزى
2) انيش حطا
3) اميطا ساكولدى

«Die Tochter des **Aitag, Anisch-Chata**; die (ihre) Seele ist gesundet».

Die letzte Phrase will wohl sagen, dass der Tod eine Sühne für ihre frühre Sünden und dass ihre Seele nun gesundet sei.

Die Lesung des zweiten Wortes Zeile 2 ist nicht ganz sicher. — ساكولدى steht statt صاقيلدى.

№ VIII (5).

Nach dem Originale.

«Dieses ist das Grab des Knaben **Taïsch-Mingku**» — هذا قبر طيش منكو.

№ IX (6).

Nach dem Originale.

«Dieses (هذا) ist das Grab der Gläubigen **Paṣak**. Amen!» — هذا قبر باصق آمين.

№ X (45).

Nach dem Originale.

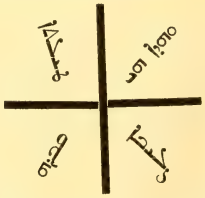
«Dieses ist das Grab des **Sansiz**» — هذا قبر سانسز.

Der 4. Buchstab des Namens ist unsicher.

№ XI (60).

Nach dem Originale.

Diese Inschrift ist auf folgende Weise eingravirt.



«Und dieses ist das Grab des jungen Mädchens **Ṣelîbâ**».

Auch hier ist Ṣelîbâ ein weiblicher Name. صلكا statt صلكا wie oben 3,4 p., 38.

№ XII (107).

Nach dem Originale.

«Dieses ist das Grab des Scholasticus **Juschmid**» — ܝܘܫܡܝܕ.

№ XIII (110).

Nach dem Originale.

«Dieses ist das Grab des Knaben **Jûchanan**» (Johannes) — ܝܘܚܢܢ.

№ XIV (111).

Nach dem Originale.

ܡܗܝܡܢܐ
ܠܘܐܪ

«Der Gläubige **Lavar**».

№ XV (126).

Nach einer Photographie.

(1 ܗܢܘ ܩܒܪ[ܗ]
(2 ܓܝܘܪܓܝܣ
(3 [ܘ]ܒ . . ܘܬܐ
(4 ܒܪ ܒܪܗ ܡܗܝܡܢܢܐ (sic)

«Dieses ist das Grab der Gläubigen **Givárgís** (Georgius) und seines Enkels **K . . utâ**».

Der zweite Name ist sehr undeutlich.

№ XVI (132).

Nach dem Originale.

«Dieses (ܗܢܐ ܗܘ) ist das Grab der **Maïfrah**» — ܡܐܝܦܪܗ.

№ XVII (132,a).

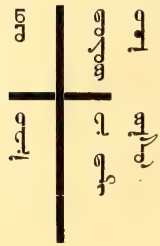
Nach dem Originale.

Auch diese Inschrift ist geordnet wie oben № XI.

«Dieses (ܗܢܐ ܗܘ) ist das Grab des jungen Mädchens **Elschba'**» (Elisabeth) — ܐܠܫܒܥ ܥܠܝܡܬܐ.

№ XVIII (156).

Nach dem Originale.



«Dieses ist das Grab des Priesters **Paulus**, des Sohnes des **Paṣe-Sagun**».
ܩܫܐ bezieht sich offenbar auf Paulus.

№ XIX (164).

Nach dem Originale.

ܗܢܐ ܗܘ (1
ܩܒܪܗ ܫܠܡܐ ܡܗܝܡܢܬܐ (2
ܐܢܬܬܗ (3
ܕܩܘܛܠܘܩ (4
ܣܥܘܪܐ (5

«Dieses ist das Grab der Gläubigen **Schalamâ**, der Frau des Kirchenvisitators **Kutluk**».

Die beiden letzten Worte sind im Originale sehr undeutlich.

№ XX (178).

Nach einer Photographie und einem Farben-Abdruck.

«Dieses ist das Grab des **Usch'anâ-Sabbar**». — ܐܘܫܥܢܐ ܣܒܪ.

Ich vermuthe, dass ܣܒܪ, Sabbar, nur eine Abkürzung des bekannten syrischen Namens ܣܒܪܝܫܘܥ, Sabbar-Ischû', Sabarjesus, sei.

Diese Inschrift ist in sehr grosser und deutlicher Schrift abgefasst.

№ XXI (199).

Nach dem Originale.

«Dieses ist das Grab des Gläubigen **Barschabâ**» — ܒܪܫܒܐ ܡܘܡܝܢܐ.

Statt des gewöhnlichen ܡܗܝܡܢܐ steht hier ganz deutlich ܡܘܡܝܢܐ, wohl nur ein Versehen des Verfassers, dem vielleicht das arabische مومن vorschwebte.

№ XXII (220).

Nach dem Originale.

«Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab des jungen Mädchens **Kutluk-Terim**» — ܟܘܬܠܘܟ ܛܪܝܡ.

№ XXIII (B).

Nach dem Originale.

«Dieses ist das Grab des Knaben **Alexandros**» — ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ.

№ XXIV[1]).

Nach einer Copie aus freier Hand.

«Dieses (ܗܕܐ ܗܝ) ist das Grab der Gläubigen **Kümüsch**» — ܟܘܡܘܫ.

№ XXV.

Nach einer eben solchen Copie.

«Dieses ist das Grab des Knaben **Aimangu**» — ܐܝܡܢܓܘ.

№ XXVI.

Nach einer eben solchen Copie.

«Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab der **Tult . . . Kuschtanz**» — ܟܘܫܛܐܢܨ . . . ܛܘܠܛ.

Die drei letzten Buchstaben des ersten Namens sind augenscheinlich unrichtig copirt.

---

1) Diese und die beiden folgenden Inschriften sind edirt, l. c., № XVI—XVIII, p. 22 f.

Die folgenden Grabinschriften (№ XXVII—XXXVII) stammen aus dem Friedhof in der Nähe von Tokmak (vgl. oben pag. 2). Sie liegen mir theils in Originalen, theils in Farben-Abdrücken und zum Theil in kleinen, schlechten Photographien des Hrn. Jadrinzew vor. Sie sind alle undatirt und sehr kurz. Die Schriftform dieser Inschriften unterscheidet sich unwesentlich von der in den mitgetheilten Inschriften aus Pischpek.

№ XXVII[1]).

Nach einer sehr undeutlichen Photographie des Herrn Jadrinzew.

(1 ܒܝܬ ܢܝܚܬܐ

(2 . . . . . ܛܠܘܩ

(3 ܓܝܘܪܓܝܣ

«Haus der Ruhe des . . . tluk Givargis» (Georgius).

Das zweite Wort der ersten Zeile ist ziemlich undeutlich; ich glaube aber am Ende ܬܐ zu sehen und daher ܢܝܚܬܐ lese. Der Ausdruck ܒܝܬ ܢܘܚܐ kommt auch in einer von Duval mitgetheilten Grabinschrift aus Salamas vom Jahre 1597 n. Chr. vor[2]).

Das erste Wort der zweiten Zeile ist ganz unleserlich und die ersten Buchstaben des folgenden Wortes sind vielleicht ܛܠܘ, aber sicher nicht ܩܘ zu lesen.

№ XXVIII.

Nach einem Farben-Abdruck.

(1 ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܢܣܛܘܪܝܣ

(2 ܡܗܝܡܢܐ ܚܘܝܐ ܗܘܐ

«Dieses ist das Grab des Gläubigen **Nestoris** (Nestorius). Er war die Schlange» (d. h. das Schlangen-Jahr).

Der Abdruck ist sehr undeutlich, die gegebene Lesung ist aber, bis auf den ersten Buchstaben des zweiten Wortes Zeile zwei, vollkommen sicher. Nach den erhaltenen Spuren kann derselbe nur ein ܚ sein.

---

1) Edirt, l. c. № XIX, p. 23 f.

2) S. Journ. As. VIII, t. V, 1885, p. 49.

№ XXIX.

Nach dem Originale.

«Dieses ist das Grab des **Kutluk**» — ܟܘܛܠܘܟ.

№ XXX.

Nach dem Originale.

«Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab der Gläubigen **Mariam**» (Marie).

№ XXXI.

Nach einer Photographie und einem Originale.

Zwei gleichlautende Inschriften:

«Dieses ist das Grab des Jünglings **Jûchanan** (Johannes).

№ XXXII.

Nach einem Farben-Abdruck.

In sehr grosser Schrift:

1) ܗܢܘ ܩܒܪܗ

2) ܡܠܦܢܐ

3) ܐܘܫܥܢܐ

«Dieses ist das Grab des Lehrer **Usch'anâ** (Hosanna); vergl. oben № XX.

№ XXXIII.

Nach einer Photographie des Herrn Jadrinzew.

Das Datum ist unleserlich. Darauf: «Dieses (ܗܢܘ) ist das Grab des Priesters **Jul-Kutluk**» — ܝܘܠ ܟܘܛܠܘܟ.

№ XXXIV.

Nach einem Farbenabdruck.

1)

2)

«Dieses ist das Grab des Jûchanan (Johannes). Der Hund», d. i. das Hunde-Jahr.

№ XXXV.

Nach einem Farbenabdruck.

1)

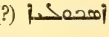
2)

«Dieses ist das Grab des Scholasticus (?) Kutuk».
Das letzte Wort der 2. Zeile ist unsicher.

№ XXXVI.

Nach einem Farbenabdruck.

1)

2) 

«Dieses ist das Grab des Mädchens Kutuk».
Der Name ist unsicher.

№ XXXVII.

Ebenso.

Die erste Zeile ist verwischt; die zweite lautet: der «Knabe Tekin» — .

XXXVIII.

Nach einem Originale im Besitze der moskauer archäologischen Gesellschaft.

Zu lesen:

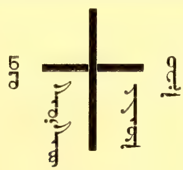
ܗ[ܢ]ܘ ܩܒܪܗ (1
ܦܣܟ (2
ܢܝܫܐ ܕ[ܚ]ܝܐ (3
ܝܫܘܥ ܦܪܘܩܢ (4

«Dieses ist das Grab des **Pasak**. Das Ziel des Lebens ist Jesus, unser Erlöser».

ܢܝܫܐ heisst auch die Fahne, das Panier, hier scheint es mir aber richtiger, es im Sinne von Ziel, Zweck aufzufassen.

№ XXXIX.

Nach einem Originale ebendaselbst.



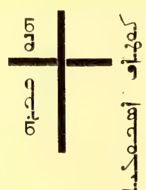
Zu lesen:

ܗܢܘ (1
ܩܒܪܐ (2
ܕܓܝܘܪܓܝܣ (3
ܥܠܝܡܐ (4

«Dieses ist das Grab des Jünglings **Givargis**» (Georgius).

№ XL.

Nach einem Originale ebendaselbst.



«Dieses ist das Grab des Scholasticus Kutasch».

IV.

Allgemeine Bemerkungen über diese Inschriften.

Nach der Mittheilung der mir bekannten und zugänglichen Grabinschriften aus den christlichen Friedhöfen aus Semirjetschie bleiben mir noch verschiedene, diese Inschriften betreffende Fragen zu erörtern und über ihren historischen Werth Einiges zu sagen. Die erste Frage ist natürlich die über die Herkunft und die Verfasser dieser Inschriften. Diese Frage ist leicht zu beantworten: sie rühren von nestorianischen Christen her, die ganz, oder wenigstens bei Weitem überwiegend türkischer Herkunft waren. Letzteres ersieht man deutlich aus den zahlreichen, in den Inschriften vorkommenden türkischen Eigennamen, türkischen Wörtern und Phrasen und endlich auch aus den ganz in türkischer Sprache abgefassten Inschriften; dass aber die Christen jener Gegenden Nestorianer waren, wissen wir aus den von Assemani gesammelten zahlreichen Nachrichten syrischer Schriftsteller, so wie auch aus denen der katholischen Missionäre des XIII. Jahrhunderts und Marco Polo's.

Es dürfte am Orte sein, hier Einiges zu sagen über die frühzeitige Verbreitung des Christenthums überhaupt nach den Ländern der Osttürken und über die grossartige Propagande der Nestorianer zur Verbreitung der christlichen Lehren, denen sie unter andern auch in Turkestan, in den nördlichen, westlichen und nordöstlichen Provinzen von China und sogar in den nördlichen Gegenden von Tibet Eingang verschafft haben.

Schon gegen 334 wird der erste Bischof von Merw, Namens Barsaba, der gegen 15 Jahre lang diesen Bischofsitz inne hatte, erwähnt[1]). Ein anderer Bischof dieses Ortes, Namens Isaac kommt im Jahre 410 vor[2]). Im Jahre 420 wird der Bischofsitz daselbst zum Sitze eines Metropoliten erhoben[3]), woraus man ersehen kann, dass es dort und auch in der Umgegend schon damals viele Christen gegeben haben muss, da jeder Metropolit mehrere Bischöfe unter sich hatte (vergl. weiter unten). Der Bischof dieses Ortes Theodoros, der gegen 540 lebte, war Verfasser vieler Schriften, und einer seiner Nachfolger, Elias (gegen 660) schrieb gleichfalls viele Werke, darunter Commentare zu verschiedenen Büchern der Heiligen Schrift, so wie auch eine geschätzte Kirchen-Geschichte[4]). Metropoliten von Herât und Merw werden bis gegen das Jahr 1000 und ein Bischof von Serachs sogar noch 1136 n. Chr. erwähnt[5]). Nach der Meinung Einiger sollen Achai (gegen 411) und

1) Assemani, B. O., III,2, p. 426; vgl. ib., p. 56 u. 477.
2) Ib., p. 426.
3) Ib., p. 477. — 4) Ib., III,1, 147 f.
5) Ib. II, p. 435. 443 f. 450 u. III,2, p. 427. 484. 755. 763 u. 775.

Schîlâ (gegen 503) Metropolitansitze in Herât, China und Samarkand errichtet haben; Andere schreiben die Errichtung dieser Metropolitansitze dem nestorianischen Patriarchen Salibasachâ (gegen 714—728) zu[1]). Von dem nestorianischen Patriarchen 'Ischû'-jahb II (628—647) wird berichtet, dass er Bischöfe und Presbyter unter andern auch nach China geschickt hätte[2]). Aus einem Schreiben des Patriarchen 'Ischû'-jahb III (650—660) geht hervor, dass die Araber zur Zeit, als sie Chorasan und auch Merw erobert hatten, daselbst viele Christen fanden, die sich aber den Muhammedanern gegenüber nicht standhaft genug in ihrem Glauben gezeigt haben, worüber der Patriarch bitter klagt[3]).

Für die frühe Verbreitung des Christenthums unter den östlichen Türken spricht auch folgendes Factum. Die von Narses an den Kaiser Mauritius gegen 581 geschickten türkischen Gefangenen hatten auf den Stirnen ein durch schwarze Punkte gezeichnetes Kreuz. Ueber den Ursprung desselben befragt, sagten sie, dass, als vor längerer Zeit eine Pest unter ihnen ausgebrochen war, die unter ihnen lebenden Christen — oder nach einer andern Version, diejenigen der Ihrigen, welche sich zum Christenthum bekennen, — ihnen gerathen hätten, den Kindern das Zeichen des Kreuzes auf die Stirne zu zeichnen[4]). Man sieht daraus, dass das Christenthum schon im VI. Jahrhundert unter den Osttürken verbreitet war, das dorthin, wenigstens zum Theil, sicherlich durch Nestorianer verpflanzt wurde.

Mein verehrter College W. D. Smirnow machte mich auf folgenden Punkt aufmerksam. Seldschuk, der Stifter der nach ihm benannten Seldschukiden-Dynastie, der ursprünglich, noch bevor er zum Islâm übergegangen war, gegen 930 im Dienste eines türkischen Fürsten in der Gegend der jetzigen Kirgisensteppe stand, hatte unter andern auch einen Sohn, Namens Michael; da aber Mohammedaner niemals diesen Namen geführt und er nur bei Christen üblich war, ist man wohl berechtigt daraus zu folgern, dass das Christenthum um die angegebene Zeit bis in die Kirgisensteppe westlich vom Baikalsee vorgedrungen sei.

Von dem nestorianischen Patriarchen Timotheus (778—820) wird in der That berichtet, dass er den Chakan der Türken, sowie auch andere türkische Fürsten zum Christenthum bekehrt hätte[5]). Ausführliche Nachrichten besitzen wir über die Bekehrung des grossen und mächtigen türkischen Stammes der Keraït[6]) gegen 1007 durch Ebedjesu, dem da-

1) Ib., III,1, 346 u. III,2, 439, 477, 521 ff. u. 737.

2) S. J. Aloys Assemani, de Catholicis Patriarchis, p. LXXII, n. c.

3) S. Assemani, B. O., III,1, p. 127 f.

4) Theophylact. Hist. V, 10, pag. 225 und Theophanes, Chronogr. ad. a. M., 6081 (= 581), I, p. 411 ed. Bon.

5) Assem., l. c., III,2, p. 482, cf. ib., III,1, p. 158 ff.

6) Die Wohnsitze der Keraït lassen sich nicht genau angeben. Die Provinz, in der sie lebten, so wie auch die Hauptstadt des Landes, hiess Tenduch. Das Land lag nördlich von Tangut (s. weiter unten) und scheint sich bis in die Gegend des Zusammenflusses der Selenga und des Archon ausgedehnt zu haben; s. die Reisen des Marco Polo, übersetzt von A. Bürck, Leipzig, 1845, p. 234, Anmk. 200; Le livre de Marco Polo .. par Pauthier, Paris, 1865, I, p. 208, n. 1; The book of sir ..Marco Polo, by H. Yule, Lond., 1875, I, p. 237, n. 1 u. p. 276, n. 1; vgl. auch desselben Cathai, Lond., 1866, I, p. 146, n. 1. Auf der Carte von Yule scheint mir Tenduch (ein wenig westlich von Peking, am gelben Flusse) nicht richtig angegeben zu sein. Yule selbst setzt die Keraït so wie ich es hier angegeben habe, wo also auch Tenduch gesucht werden muss. Der entscheidende Kampf zwischen Tschingizchan und dem Fürsten der Keraït hat bei Tenduch stattgefunden, also doch eher an dem obern Lauf der Selenga, als am gelben Flusse unweit von Peking.

maligen nestorianischen Metropoliten von Merw. Die christlichen Könige dieses Stammes beherrschten ein grosses Reich und ihre grosse Macht gab unzweifelhaft die Veranlassung zu den in Europa im Mittelalter verbreiteten, zum Theil allerdings fabelhaften Nachrichten von dem Reiche des Priesters Johannes, wie auch Marco Polo den König dieses Landes immer nennt[1]). Dieses mächtige Reich wurde erst von Tschingizchan gegen 1202 zerstört, aber noch am Ende des XIII. Jahrhunderts existirten christliche Vasallen-Könige dieses Landes[2]). Mehrere Prinzessinnen aus den fürstlichen Häusern dieses christlichen Volkes waren an Tschingizchan selbst und an dessen Söhne verheirathet, in welcher Stellung sie durch ihren Verstand und ihre höhere Bildung einen grossen Einfluss auf die Regierungsangelegenheiten ausübten. Sie bekannten sich öffentlich zum Christenthum, hatten ihre, mit Glocken versehenen Kirchen und Capellen und beschützten nach Kräften die Christen und die christliche Lehre[3]). Die katholischen Missionäre aus dem XIII. Jahrhundert erwähnen noch andere grosse türkische Stämme, wie die Uïguren, dann die Merkit[4]) und die Naïman[5]), die nordöstlich von Semirjetschie bis in die Gegend des Baikalsees lebten und die gleichfalls von den Nestorianern zum Christenthum bekehrt wurden und sich zur Lehre derselben bekannten.

Daten über die Gründung eines Metropolitensitzes in China am Anfange des VIII. oder gar schon im V. Jahrhundert, habe ich oben mitgetheilt. Aus dem bekannten Denkmal aber syrisch-chinesicher Christen aus Singan-fu[6]), dessen Echtheit jetzt schwerlich bezweifelt werden kann[7]), ersieht man, dass das Christenthum in China im Jahre 635 bekannt

1) Vgl. Marco Polo, ed. Bürck, I, Cap. 44 u. 53.

2) Ueber diese christlichen Keraït und deren Bekehrung s. Georgii Barhebraei, Chronicon Eccles., ed. Abeloos et Lamy, III, p. 279, f. u. ib., n. 1; dann Assem., l. c., II, p. 444 f. u. III,2, p. 485 ff. u. 495 ff. Der Archimandrit Palladji citirt auch chinesische Quellen, die das Christenthum der Fürsten der Keraït bezeugen; s. dessen „höchst interessante Abhandlung: Старинные слѣды Христіанства въ Китаѣ (Alte Spuren des Christenthums in China), p. 21, in Восточный сборникъ, I, 1877, p. 1—66.

3) S. Assemani, l. c., III,2, p. 500 ff. u. vgl. Rechid-ed-din, Hist. des Mongoles ed. Quatremère, I, p. 84, 90, n. 7 u. p. 91 f.; Nouv. Journ. As., t. XII, 1833, p. 296 u. Palladji, l. c., p. 21 f.

4) Nach Klaproth war Turrachina, die Frau des Ogotai-Chan und die Mutter des Kajuk-Chan, eine christliche Prinzessin aus dem Stamme der Merkit; s. Nouv. Journ. As., XII, p. 207, n. 2.

5) Ueber die Wohnsitze der Naïman; vgl. Klaproth, l. c., p. 278, n. 4.

6) In der Provinz Schien-si, westlich von Nanking. Singan-fou war damals die Hauptstadt des Reiches und lag nach Pauthier (Marco Polo, p. 203, n. 3) 34° 16′ Br. und 106° 37′ L.

7) Vgl. G. Pauthier, de l'authenticité de l'inscription nestorienne de Si-ngan-fou relatif à l'introduction de la religion chrétienne en Chine dès le VII-e siècle de notre ère. Paris, 1857. In diesem Werke wird auf viele, in dieser Inschrift erwähnte historische Thatsachen hingewiesen, die in vollem Einklange mit der wirklichen Geschichte stehen und die einem Fälscher aus dem XVII. Jahrhundert unmöglich so genau bekannt gewesen sein konnten. Auch der erwähnte russische Sinolog, Archimandrit Palladji, tritt in der oben citirten Abhandlung (p. 1—20) entschieden für die Echtheit auf. Das in jenem Denkmal angeführte erste Decret vom Jahre 638 über die Erlaubniss christliche Kirchen zu bauen, fand er fast wörtlich in einer 961 veranstalteten Sammlung der Decrete der Thang-Dynastie. In einem andern Werke vom Jahre 1076 fand er eine Nachricht über die Erbauung einer christlichen Kirche in Singan-fu im Jahre 638. Sogar in einer Koreïschen Quelle fand er die Nachricht über die Einführung der christlichen Religion in China zur Zeit der Thang-Dynastie, zur Zeit desselben Kaisers, der auch in jenem Denkmale genannt wird.

Die Form der Estrangelo-Schrift in dem syrisch abgefassten Theil dieser Inschrift, von dem man jetzt einen guten und vollständigern Abdruck besitzt, entspricht vollkommen der im VIII. Jahrhundert gebräuchlichen

und, so zu sagen, officiell anerkannt wurde; ferner dass die christliche Lehre zwischen 650—683 grosse Fortschritte daselbst gemacht hat und ungeachtet der Anfeindungen vieler Bekenner anderer Religionen zur Blüthe gelangt ist und von verschiedenen Kaisern von China begünstigt wurde. Jenes Denkmal wurde im Jahre 1092 der seleuc. Aera, 781 n. Chr., während des Patriarchats des Chanan-'Jschû' errichtet[1]). Aus der Erwähnung dieses nestorianischen Patriarchen auf jenem Denkmal ersieht man, dass jene Christen in China Nestorianer waren.

Von dem oben erwähnten nestorianischen Patriarchen Timotheus — 778—820 n. Chr. — wird berichtet, dass er unter andern auch für Bactrien, Sogdiana und China Bischöfe ernannt hätte[2]). Desgleichen ist auch in einer Verordnung des nest. Patriarchen Theodosius (852—858) von den Metropoliten von China, Merw, Herât und Samarkand[3]) die Rede. Mas'ûdî spricht von einer Niedermetzelung vieler Christen, Muhammedaner und Juden in Kan-fu bei der Eroberung dieser Stadt von Seiten des Rebellen Banschu gegen 878 n. Chr.[4]). Mit dem Untergange der das Christenthum (und auch den Buddhismus) beschützenden Thang-Dynastie (960) ist auch eine Catastrophe für die christlichen Gemeinden in China eingetreten. Im Jahre 980 schickte nämlich der Patriarch Ebedjesu (963—986) mehrere Mönche nach China ab, um daselbst die Zustände der Kirche zu untersuchen. Gegen 987 sprach der bekannte Verfasser des Fihrist el-'Ulûm einen dieser Mönche und dieser berichtete ihm, dass das Christenthum und die Christen daselbst auf verschiedene Weise ausgerettet und ihre Kirchen zerstört wurden; nur einen einzigen Christen hätte er noch angetroffen[5]). Die Hauptstadt des Landes, welche der Berichterstatter bei dieser Gelegenheit erwähnt, soll nach der Meinung von Pauthier eben das oben erwähnte Singan-fu sein[6]), wo der Hauptsitz der christlichen Bevölkerung gewesen zu sein scheint.

Estrangelo-Schrift. Beim letzten Orientalisten-Congress in Wien, 1886, hat Hr. Professor J. Heller aus Innsbruck einen Vortrag über diese Inschrift gehalten, in welchem er sich gleichfalls, zum Theil auf Grund dieses neuen Abdrucks, entschieden für die Echtheit derselben aussprach und sich dabei auf die Autorität von Männern wie Bickell, Gutschmid und Nöldeke berief, die alle derselben Meinung sind. S. Verhandlungen des VII. internationalen Orientalisten-Congresses im Jahre 1886, hochasiatische und malayo-polynes. Section, p. 37 ff., bes. p. 48.

1) Dieser Patriarch ist zwar schon am Ende des Jahres 777, oder Anfang 778 gestorben; aber aus einer andern Quelle ist es bekannt, dass die in entfernten Ländern lebenden Metropoliten, darunter auch der von China, um die Mitte des IX. Jahrhunderts verpflichtet waren, alle sechs Jahre einen Bericht über den Zustand ihrer Gemeinden an den Patriarchen einzusenden (s. Assem., l. c., III,1, p. 347). Wie es mit dieser Verpflichtung im VIII. Jahrh. stand ist zwar unbekannt, schwerlich wird die Verbindung der Metropoliten damals eine häufigere gewesen sein als später. Die Möglichkeit, dass man im östlichen China im Jahre 781 von dem 3 Jahre vorher erfolgten Tode des Patriarchen noch nichts wusste, liegt nahe.

2) Assem., l. c., III,2, p. 444 u. 523.

3) S. ib., III,1, p. 347 u. vgl. ib. III,2, p. 439 u. 523.

4) S. Maçoudi, les prairies d'or, I, p. 302 f. u. vgl. Relation de voyages . . dans l'Inde et à la Chine, par Reinaud, I, p. CXXXIII ff. Ueber die Lage von Kan-fu am Meere im südöstlichen China in der Nähe von Schanghai vgl. Le livre de Marco Polo, par Pauthier, p. 498, note 10 vom Herausgeber.

5) Kitab-el-Fihrist, ed. Flügel, p. ٣٤٩. Vgl. Palladji, l. c., p. 18 f. wo auch gesagt ist, dass aus der Zeit der Sung-Dynastie, die auf die Thang-Dynastie folgte, keine Spuren des Christenthums in China sich nachweisen lassen.

6) G. Pauthier, de l'authenticité de l'inscr. nest. de Si-ngan-fou, p. 95 f.

Im Norden von China scheinen übrigens noch im XI. Jahrhundert Christen gelebt zu haben; denn der Patriarch Sabarjesu (1063—1072) schickte den Bischof von Kaskar, Georgius, nach Chorasan, Seǵestan und nach den Ländern von Chatai, d. i. Nord-China, wo es also damals noch Christen gegeben haben muss[1]). Der Patriarch Elias III (1176—1190) ernannte zwei Metropoliten von Kaschgar[2]), und der Patriarch Denchâ (1265—1281) ernannte zuerst den Bischof von Tus, Simon bar Kalig zum Metropoliten von China und dann den Türken, oder Uïgur Jahbalahâ zum Metropoliten von China und, wie es scheint, zugleich von Tangut[3]).

Es kann kaum zweifelhaft sein, dass das Christenthum, in Folge der Eroberung von China durch die Mongolen, daselbst von Neuem Eingang und grosse Verbreitung gefunden hat; denn die mongolischen Fürsten waren, wenn auch nicht aus liberalen Principien, tolerant gegen andere Religionen. Mehrere mongolische Fürsten hatten, wie bemerkt, christliche Frauen, die grösstentheils sehr eifrige Christinnen waren. Nestorianer fungirten an den mongolischen Höfen und bei den Grossen als Secretäre und Erzieher. Es ist nun natürlich, dass bei der Gründung der mongolischen Herrschaft in China die Nestorianer sich daselbst massenhaft verbreitet haben[4]). Die katholischen Missionäre des XIII. Jahrhunderts, wie Plano Carpini, Rubruck gegen 1250 und später Joannes de Monte Corvino, so wie auch Marco Polo fanden überall in der Tartarei, in Nordchina und besonders in Peking grosse Massen von nestorianischen Christen, die überall zahlreiche Kirchen besessen haben. Diese eifrigen Nestorianer disputirten häufig an den Höfen der mongolischen Fürsten mit den katholischen Missionären, intrigirten auch oft gegen sie auf alle mögliche Weise und suchten ihrer Thätigkeit Hindernisse in den Weg zu legen[5]).

---

1) Assem., l. c., III,2, p. 502.

2) Assem., II, p. 450, III,1, p. 288 und III, 2, p. 427, 502 und 523.

3) Ib., II, 256 f. und III,2, p. 112 und 502.

4) In der oben citirten Abhandlung von Palladji werden viele und werthvolle Nachrichten über das Christenthum in China zur Zeit der Mongolen-Dynastie nach chinesischen Quellen mitgetheilt (p. 21 ff.). Aus denselben ersieht man, dass es damals nestorianische Christen gab, welche zu hohen Ehren und Würden gebracht, in grossem Ansehen am Hofe des Landesfürsten gestanden haben und dabei sehr eifrige Christen waren. Ein Mar-Sergis erbaute sieben Kirchen und liess aus dem Westen einen Gelehrten Mar-Schelichâ kommen, der zum Bischof ernannt wurde. Aus diesen Nachrichten ersieht man aber auch, dass sie zuweilen harte Kämpfe mit den Buddhisten zu bestehen hatten.

5) In Journ. Asiat. Bd. VI, 1830, p. 59—71 ist mitgetheilt eine altfranzösische Uebersetzung eines auf Befehl des Pabstes Johannes XXII (1410—1415) zusammengestellten, nüchtern Berichts «de l'estat du grant caan, der offenbar auf Grund von Nachrichten katholischer Missionäre und italienischer Kaufleute zusammengestellt ist (vgl. ib., p. 57 f.). In diesem Berichte wird in einem besondern Capitel (p. 69 f.) von den Nestorianern gehandelt und da heisst es von ihnen, dass sie sehr feindlich gegen die Katholiken gesinnt wären und die von den «freres meneurs» erbauten «abbaies» in der Nacht heimlich zerstörten. Dann heisst es (p. 70): ces nestorin sont plus de trente mille demourans ou dit empire de cathai. et sont tres riche gent. mais moult doubtent et crieinent (redoutent et craignent) les crestiens (d. h. die römisch-katholischen), ilz ont eglises tres belles et tres devotes avec croix et ymaiges en lonneur de dieu et de sains. ilz ont dudit empereur pluseurs offices. et de lui ont ilz grandes procuraocons (priviléges) dont on croit que se ilz se voulsissent (voulussent) accorder et estre tout a un auec ces freres meneurs. et avec ces autres bons crestiens (d. h. mit den Katholiken) qui la demeurent en ce pays. ilz conuertiroient tout ce pays et ces empereures a la uraie foy. Der Mann mag wohl Recht haben, besonders wenn man an die Toleranz der mongolischen Fürsten denkt, die oft mit ihren christlichen Frauen die Kirchen besuchten und dem christlichen Gottesdienst beiwohnten. Aber wer trägt die Schuld daran, dass jene Bekehrung nicht stattgefunden hat? Die in Constantinopel im

Die hier mitgetheilten Grabinschriften umfassen die Zeit von 1249—1345 und in ihnen werden auch Christen aus Almalig (Alt-Kuldscha) erwähnt. Bis gegen 1369 gab es noch selbst in Peking viele nestorianische und römisch-katholische Christen, Bischöfe und Kirchen. Erst mit dem Beginn der nationalen Ming-Dynastie fing in China der Kampf gegen alles Fremde an und somit auch gegen Christen und Christenthum. Angaben, wenn auch nicht ganz sichere, über die Existenz von Nestorianern in China gehen übrigens noch bis zum Jahre 1555 n. Chr.[1]).

Ein ziemlich klares Bild von der grossen Verbreitung des Christenthums nach der nestorianischen Lehre in nordöstlichen und in Central-Asien gewinnt man aus den Verzeichnissen der nestorianischen Episcopalsitze des Elias, Metropoliten von Damascus, der gegen das Ende des IX. und am Anfange des X. Jahrhunderts schrieb[2]). In diesem Verzeichniss werden erwähnt der Bischof von Seǵestan, der dem Metropoliten von Herât untergeben war, dann die Bischöfe von دير حنس, Deir-Chanes, دمادوت, Damâdût und دعبرسناى, Da'abar-Sanaja[3]), welche unter dem Metropoliten von Merw standen. Von der Eparchie von Samarkand spricht er gleichfalls[4]).

Viel wichtiger ist das Verzeichniss der nestorianischen Metropoliten bei dem nestorianischen Historiker Amr ben Mattai, der gegen 1340 schrieb[5]). In diesem Verzeichnisse, das Assemani (l. c., II, pag. 458) mittheilt, werden unter andern auch die Metropoliten von folgenden Orten und Provinzen aufgezählt: Merw, Herât, China, Samarkand, Türkenland, (مطران الترك), Balch[6]), Seǵestan, Chân-bâlik und Almalik, Kaschgar und Nawakat und dann noch Tangut.

Einige der hier angeführten, weniger bekannten Namen will ich, so gut ich es verstehe, zu erklären suchen. Mit dem Ausdruck مطران الترك ist gemeint der Metropolit über die grosse, fast ausschliesslich von türkischen Stämmen bewohnte Ländermasse nördlich vom Jaxartes bis in die Gegend des Baikalsees, und die nördliche Grenze von China. Unter letzterem Namen ist Nordchina zu verstehen. Mit Chânbâlik ist bekanntlich Peking gemeint, wie diese Stadt während der Mongolenherrschaft genannt wurde. Almalik ist eine Conjectur von mir; denn im Texte bei Assemani steht خان بالق والفالق Chânbâlik und Alfâlik; ich zweifle nicht, dass die richtige Lesart hier المالق Almalik sei, über welchen Ort das oben (p. 31) Gesagte zu vergleichen ist[7]).

Jahre 431 begonnenen dogmatischen Streitigkeiten, bei deren Ausfechtung man die Grundideen des Christenthums vergessen zu haben scheint, haben ihre Fortsetzung in Peking am Ende des XIII. Jahrhunderts gefunden. Wie anders würde die Welt aussehen, wenn jene Mongolenfürsten, statt Muhammedaner, Christen geworden wären, und welche andere Entwicklung würde unser Vaterland, Russland, genommen haben!

1) Assem. l. c., III,2, p. 439, 503 und 537.

2) S. ib., III,1, p. 513 f.

3) Ueber die drei hier zuletzt angeführten Ortsnamen habe ich bei arabischen Geographen keine Auskunft gefunden.

4) Assem. II, p. 458 f.

5) S. ib., III,1, p. 580 f.

6) Im Originale مطران حلح, aber nach Assemani l. c., III,2, p. 426 und 728 soll damit Balch gemeint sein.

7) Vgl. nach Klaproth, l. c., p. 283, n. 1.

Tangut ist der Name einer Provinz in nördlichen Tibet, welche zum grössten Theil in dem länglichen Viereck lag, das östlich, nördlich und westlich vom gelben Flusse begrenzt wird; auch das nächste Land westlich von diesem Vierecke gehörte zur Provinz Tangut[1]). In der Hauptstadt, sowie auch in mehreren anderen Orten dieses Landes fand Marco Polo Christen, die auch viele Kirchen besessen haben[2]). Aus Reschîd-ed-Dîn's Geschichte der Mongolen (ed. Quatrem. I, p. 84) ist zu ersehen, dass die Fürsten dieses Landes in enger Verbindung mit den christlichen Fürsten der Keraït (s. oben p. 108) gestanden haben. Assemani theilt auch (B. O., III, 2, p. 503) eine Stelle aus dem Briefe des Armeniers Sempad — Bruders des Königs Hayton I. von Armenien — mit, (gegen 1246), in der von den vielen Christen und deren zahlreichen Kirchen in diesem Lande die Rede ist. Auch der Fürst, oder einige der Fürsten dieses Landes scheinen sich damals nach diesem Berichte zum Christenthum bekannt zu haben. Ja es scheint sogar, dass das Christenthum in diesem Lande sehr früh festen Fuss gefasst hat; denn es hat sich nach jenem Berichte die Legende gebildet, dass die drei Könige des Morgenlandes, die bei der Geburt Christi in Bethlehem erschienen sind, eben aus dem Lande Tangut gekommen wären und auch daselbst, so wie auch im Lande Chatai, das Christenthum eingeführt hätten[3]). Bekanntlich waren die früheren europäischen Reisenden und Missionäre im höchsten Grade verwundert über die vielen christlichen Gebräuche, die sie im buddhistischen Cultus der Lamaïten in Tibet bemerkt haben. Sind nicht diese Gebräuche Entlehnungen aus dem Christenthum, welches daselbst, wie es scheint, Jahrhunderte lang geherrscht hat? Oder sind diese Gebräuche vielmehr einfach verdunkelte Ueberreste des Christenthums, die sich bei der buddhistisch gewordenen ehemaligen christlichen Bevölkerung erhalten haben? Ich empfehle diesen Punkt der Beachtung künftiger Forscher.

Kaschgar ist bekannt; oben (pag. 110) war die Rede von zwei Metropoliten dieses Ortes, die während des letzten Viertels des XII. Jahrhunderts ihre Sitze in diesem Orte hatten.

Ueber نواكت Nawâkat habe ich bei arabischen Geographen keine Nachrichten gefunden[4]), aber Assemani meint (l. c., III, 2, p. 759), dass damit die Provinz gemeint sei, deren Hauptstadt eben Kaschgar war. Die Provinz von Kaschgar und das östlich davon liegende Land war der Hauptsitz der Uïguren, die nach der Versicherung von Plano Carpini nestorianische Christen waren und von den Nestorianern ihre Schrift entlehnt haben[5]). Auf den letzten Punkt werde ich weiter unten noch einmal zurückkommen.

Der erwähnte Amr ben Mattai bemerkt am Schlusse seines Verzeichnisses der nestorianischen Metropoliten, dass Manchen unter ihnen 12, Manchen 6 Bischöfe unter-

1) Ueber die Lage dieser Provinz s. Klapproth, Nouv. Journ. As. XI, p. 462 f., dann Pauthier, Marco Polo p. 152 f. Anmk. 2 und 3; Yule, Marco Polo, I, p. 209, desselben Cathai, I, p. CXIV. und Bürck, Marco Polo, 167, p. Anmk. 148.

2) S. Bürck, Marco Polo, I, Cap. 36 ff.

3) Vgl. Yule, Cathai, I, p. CXXVII, n. 2.

4) Nur bei Edrisi (ed. Jaubert, II, p. 218) kommt der Name dieser Gegend, (oder Ortes), ohne klare Angabe über die Lage, vor.

5) S. Recueil des voyages, t. IV, p. 522 und ib. 1.

ordnet waren, was zum Theil auch aus dem oben mitgetheilten Verzeichniss des Elias aus Damascus zu ersehen ist.

Aus der Nachricht bei Mas'ûdî (l. c., I, p. 288 u. 399), dass der mächtige türkische Stamm der Tagazgaz[1]) sich zum Manichäismus bekannt hätte[2]), ersieht man gleichfalls wie sehr das Christenthum unter den türkischen Völkern verbreitet war.

Ueberblickt man das bisher Gesagte, so ersieht man, dass das Christenthum, und zwar vorzugsweise nach der Lehre der Nestorianer, in einem Zeitraume von vielen Jahrhunderten des Mittelalters und in einem enormen, hauptsächlich von türkischen Völkerstämmen bewohnten Ländercomplex, etwa vom 60.—120. Längen- und vom 30.—55. Breitengrade, seine Verbreitung gefunden hat[3]).

Wir besitzen wohl verschiedene Nachrichten über diese Christen, auf die eben kurz hingewiesen wurde; aber was hat sich noch direct von diesen — ich übertreibe sicher nicht, wenn ich sage — Millionen von Christen erhalten? Wenig, sehr wenig: das erwähnte, fast ganz chinesisch — chinesisch in Schrift, Sprache und, ich möchte hinzufügen, in Gedankeninhalt — abgefasste Denkmal von Singan-fu und unsere echt christlichen Grabinschriften aus Semirjetschie. Der Inhalt derselben ist zwar leider ziemlich mager, aber wir können aus ihnen doch Manches über das kirchliche Leben dieser Christen und auch sonst so manches Andere, Wissenswerthe erfahren; das, was die erwähnten katholischen Missionäre über jene berichten, mit denen sie in Streit und Hader lebten, ist wohl nicht immer ganz zuverlässig; dagegen sind unsere Documente schlicht, einfach und ungeziert und daher auch ganz und gar authentisch und zuverlässig. Analysiren wir diese Inschriften zuerst nach ihrer äussern Form und dann nach ihrem innern Gehalt.

Jene türkischen Christen in Semirjetschie hielten es nicht für nöthig, oder verstanden es nicht, die von ihnen zum Eingraviren der Grabinschriften gebrauchten Steine zu bearbeiten und zu glätten, sondern sie lasen die ersten besten Feldsteine verschiedener Grösse und Form auf und wählten für die Inschrift diejenige Seite aus, welche die grösste und am besten geebnete Fläche darbot. Kreuze von ungemein verschiedenen Formen[4]), oft mit mehr, oder minder unschönen Schnörkeleien überladen, wurden auf jedem Grabsteine eingemeisselt und zwar so, dass die in Form der Georgenkreuze meistens ganz in dem Stein eingravirt, während die anderen Kreuzesformen nur in Umrissen abgebildet wurden. Mit Ausnahme der Georgenkreuze, sind die Kreuze in der Regel so abgebildet, dass man leicht erkennt,

1) Die Wohnsitze dieses Volkes sind ungefähr in der Gegend des jetzigen Turfan zu suchen.

2) Vgl. Flügel, Mani, seine Lehre und seine Schriften. Leipz. 1862, p. 105 f. und 387 ff. Interessante Nachrichten über die Verbreitung der Manichäer und des Manichäismus zuerst unter den Uïguren und dann auch in China seit dem VI. Jahrhundert theilt Palladji l. c. p. 50 ff. nach chinesischen Quellen mit.

3) Wir sehen hierbei von den Nestorianern in Indien ab, die sich noch bis auf den heutigen Tag erhalten haben, da es uns besonders um die Verbreitung des Christenthums in den centralasiatischen Ländern und namentlich unter den türkischen Völkerschaften zu thun ist.

4) Diese verschiedenen Kreuzformen, die man zum Theil auf den beiliegenden Tafeln abgebildet findet, dürften für christliche Archäologie nicht ohne Interesse sein. Mit einigen Verzierungen sehr primitiver Art sind die Grabsteine № 1600,1 und 35,1 versehen, vgl. oben p. 35.

wo der Kopf und wo der Fuss eines jeden Kreuzes sich befindet. Dieser Punkt ist, wie wir gleich sehen werden, von grosser Wichtigkeit. Es handelt sich nämlich um die Lösung der Frage: haben jene Nestorianer, die Verfasser unserer Inschriften, horizontal oder vertical geschrieben?

Diese Frage hängt wieder mit einer andern Frage zusammen, ob nämlich die Syrer überhaupt zu jeder Zeit, oder nur in einer bestimmten Periode, ferner ob überall, oder nur in bestimmten Gegenden vertical geschrieben haben. Ueber diese Frage giebt es seit 1539 eine ziemlich umfangreiche Literatur, die man, wie ich glaube, vollständig bei Franç. Lenormant[1]) findet. Ich möchte nicht das wiederholen, was Andere gesagt haben und beschränke mich daher nur auf folgende Bemerkungen.

Fast Alle stimmen darin überein, dass die westlichen Syrer in einer bestimmten Epoche, die übrigens Niemand nach oben genau zu begränzen sucht, ihre Handschriften in verticalen Zeilen geschrieben, aber dieselben dann, das Buch umwendend, horizontal gelesen haben. Nur meint Kopp[2]), dass diese Art zu schreiben keineswegs so alt sei als Einige glauben wollen und dass sie nur durch eine kalligraphische Eigenheit — einen starken Grundstrich durch die Zeile laufen zu lassen — entstanden sein könne. Abbé Martin meint[3]), «il est même douteux que les Nestoriens aient jamais écrit autrement (als horizontal), car leur caractère ne l'exige pas autant que celui des Jacobites». Von diesen glaubt er, dass sie nur etwa bis zum XIII. oder XIV. Jahrhundert vertical, dann aber gleichfalls immer horizontal geschrieben hätten. Duval[4]) stimmt ihm in beiden Punkten bei. Adler dagegen scheint anderer Meinung zu sein. Seine «Brevis linguae Syr. institutio» fängt gewissermaassen mit den Worten an: Scribunt Syri non modo Hebraeorum, sed Sinensium instar a fronte paginae versus pectus. Er sagt aber nicht, dass nur Manche unter den Syrern früher so geschrieben hätten. In einem Briefe an Michaelis[5]) sagt er von den griechischen Wörtern, die sich am Rande des Codex befinden, welcher die philoxenische Uebersetzung des N. Ts. enthält, dass sie «auf eben die Art geschrieben worden, wie die Syrer ihre Schriften schreiben. Sie legen nämlich, sagt er ferner, das Papier oder Buch in die Quer und schreiben, ohngefähr wie die Chineser, jede Zeile von der obersten Spitze bis zur untersten: denn (dann) wird das Papier umgekehrt, und man hat die Schrift recht vor sich». In einer andern Schrift[6]) spricht Adler von dieser Art der Syrer zu schreiben und bemerkt dabei ausdrücklich Saepe vidimus. Adler ist also offenbar der Meinung, dass alle Syrer von jeher vertical geschrieben hätten, und er scheint in Rom Syrer gesehen zu haben, die auch in seiner Gegenwart so geschrieben haben.

---

1) Essai sur la propagation de l'alphabet phénicien dans l'ancien monde, II, p. 50ff.

2) Bilder und Schriften der Vorzeit, II, Cap. IV. § 75, p. 141f.

3) Syriens orient. et occident. in Journ. As., 1872,1, p. 327f.

4) Traité de gramm. syriaque, p. 3.

5) S. dessen Orient. und exeg. Bibl. Bd. XVII, p. 127.

6) Versiones syr. N. T. p. 61. Diese vorzügliche Schrift ist mir jetzt leider unzugänglich und ich entnehme obiges Citat aus Kopp, l. c.

Es ist nicht meine Absicht hier zu entscheiden, wann Syrer, oder die Syrer überhaupt angefangen und wann sie aufgehört haben vertical zu schreiben; ich will nur nachzuweisen suchen, dass die Nestorianer spätestens seit VIII. und noch im XIV. Jahrhundert so geschrieben haben.

Bekanntlich ist der syrische Text in dem syrisch-chinesischen Denkmal von Singan-fu aus dem Jahre 781 n. Chr. in verticalen Zeilen abgefasst, ja, sogar der längere Text unter dem chinesischen Texte, der, wegen des breiten Raumes, viel bequemer horizontal geschrieben werden konnte, ist in kurzen verticalen Zeilen eingravirt.

Es ist jetzt allgemein angenommen, dass die Uïguren ihre Schrift von den Nestorianern etwa im VIII. oder IX. Jahrhundert angenommen haben[1]). Die Uïguren schreiben bekanntlich ihre Schrift in verticalen Zeilen, die nicht wie das Chinesische von rechts nach links, sondern, wie das Syrische auf dem Denkmal von Singan-fu und — ich anticipire — auf unseren Grabinschriften, von links nach rechts gelesen werden. Die Uïguren

1) Das, was Vámbéry in seinem Buche «Uïgurische Sprachmonumente», p. 13ff. über die Einführung der uïgurischen Schrift sagt, ist höchst verworren und ohne alle Sachkenntniss geschrieben. Er spricht dabei, p. 13, von der Einführung des «syrisch-sabäischen Alphabets bei den Türken» und von dem «durch die nestorianischen Bekehrer eingeführten sabäischen Alphabet», woraus das uïgurische entstanden sein soll. Was ist das aber für ein Ding, dieses «syrisch-sabäische» Alphabet? Ich glaube, dass kein Semitolog von einem solchen Monstrum je etwas gehört hat. Vámbéry scheint von dem Verhältniss der aramäischen Alphabete unter einander keine Ahnung zu haben. Ich hätte das, was Vámbéry von dem syrisch-sabäischen und dem von Nestorianern eingeführten sabäischen Alphabet sagt, nicht verstanden, wenn ich nicht gewusst hätte, dass Klaproth, in seiner in Paris 1820 erschienenen Schrift: «Ueber die Sprache und Schrift der Uïguren» die an und für sich ganz richtige Vermuthung aussprach, dass dieselben ihre Schrift von den nestorianischen Priestern zugleich mit dem Christenthum angenommen hätten, wobei er aber die unrichtige Bemerkung hinzufügt, dass die uïgurische Schrift nicht nur grosse Aehnlichkeit mit der syrischen habe, sondern sie «stimme auch vollkommen mit den Formen und Sylbenverbindungen des sabäischen Alphabets überein (er meint damit das Alphabet der Mandäer), wie man aus der gegenüberstehenden Tafel (wo ein mandäisches Alphabet mitgetheilt ist) ersehen wird». Nun war es bei Klaproth, dessen erwähnte Schrift vor dem Erscheinen des 2. Bandes von Kopp's bekanntem Buche veröffentlicht wurde, vollkommen verzeihlich, wenn er die syrische und mandäische Schrift nicht streng auseinander zu halten verstand und den Einfluss der letzteren Schriftart auf die Bildung des uïgurischen Alphabets für möglich hielt. Unverzeihlich ist es aber, dass Vámbéry noch im Jahre 1870 von einem «syrisch-sabäischen Alphabet» spricht, das syrische Nestorianer bei den Uïguren eingeführt haben sollen. Dass jene Vermuthung Klaproth's falsch, ja unmöglich ist, hat Lenormant (l. c. II, p. 58) überzeugend nachgewiesen. — Die Behauptung Vámbéry's (l. c., p. 13 und ib., Anmk.) «dass die heutigen Nestorianer am Urmia-See uïgurische Schriften geläufig lesen», muss ich auf das Allerentschiedenste bestreiten. Freilich kann derjenige, der weder nestorianisch, noch uïgurisch zu lesen versteht, diese beiden Schriftarten nicht leicht unterscheiden; aber kein Nestorianer kann Uïgurisch und kein Mongole ist im Stande Nestorianisch zu lesen. Hrn. Akademiker Radlow besuchten einmal ein Paar nestorianische Priester aus Urmia, und als er ihnen uïgurische Bücher gezeigt hatte, sagten sie ihm russisch: это не по нашему, «dies ist nicht das Unsrige», d. h. es ist für uns etwas Fremdartiges. Nicht ein einziges Wort konnten sie lesen, ja, nicht einmal den Lautwerth eines einzigen Buchstaben konnten sie erkennen. Dies hat mir Hr. Radlow selbst erzählt und mich autorisirt es mitzutheilen. Richtig ist es, dass ein gelehrter Russe, der ein grosser Kenner des Mongolischen ist, und ebenso ein mongolischer Lama, welche einige der hier mitgetheilten Grabinschriften gesehen haben, dieselben für Mongolisch hielten (s. oben, p. 4). Unter den hierher angelangten Grabsteinen aus Semirjetschie befand sich auch ein Stein mit einer mongolischen Inschrift; ich stutzte einige Augenblicke, als ich dieselbe sah und wunderte mich Anfangs, dass ich in dieser sehr deutlichen Inschrift kein Wort entziffern konnte, merkte aber gleich, dass dieselbe nicht syrisch sei und dass ich sie daher nicht lesen könne. Nestorianisch kann ich leidlich lesen, aber Uïgurisch keine Silbe.

haben also nicht nur ihr Alphabet, sondern auch die Art zu schreiben von den Nestorianern angenommen. Ja, Lenormant hat (l. c., p. 56 f.), wie ich glaube, überzeugend nachgewiesen, dass das uïgurische Alphabet nur nach einer vertical geschriebenen Schrift der Nestorianer gebildet sein könnte.

Die älteste der hier mitgetheilten datirten Inschriften stammt, wie oben, p. 8, bemerkt wurde, aus dem Jahre 1249 und die jüngste aus dem Jahre 1345 n. Chr. Es ist gesagt worden, dass man in den allermeisten Fällen aus der Form des Kreuzes leicht erkennen kann, wo der Kopf und wo der Fuss des Grabsteins sei, und da zeigt es sich, dass die datirten Inschriften № 60, 61, 66, 73, 98,1, 15 und 49,4, so wie auch die meisten kurzen undatirten und sämmtliche aus Tokmak stammenden Grabinschriften vertical eingravirt sind. In allen Inschriften ferner, in denen es auch horizontale Zeilen giebt, finden sich immer wenigstens ein Paar, zuweilen sogar 5—6 Zeilen rechts und links vom Kreuze, die gleichfalls vertical eingravirt sind. In sehr vielen Fällen sind die Zeilen unter dem Kreuze, die in der Regel die Fortsetzung der Zeilen links von demselben bilden, gleichfalls vertical gesetzt[1]). Ueberall sind diese verticalen Zeilen von links nach rechts zu lesen, genau so wie im Uïgurischen, Mongolischen und Mandsu, Schriftarten, die theils unmittelbar, theils mittelbar aus dem syrischen Alphabete herstammen. Haben vielleicht jene Nestorianer beim Eingraviren der mitgetheilten Inschriften auch die jetzt vertical stehenden Zeilen ursprünglich horizontal geschrieben? Ich halte dies für unmöglich und zwar schliesse ich dies aus folgenden Umständen: in diesem Falle müsste man annehmen, dass sie, gegen den bei allen anderen Christen üblichen Gebrauch und gegen die Natur der Sache, die Kreuze, statt aufrecht stehend ✝, auf der Seite liegend ✝ und auch oft, statt über der Inschrift und aufrechtstehend, an der Seite derselben und liegend abgebildet hätten. Die Inschrift № 61 z. B. hat diese Form.

№ 66.

1) So № 65, 75, 75,1 u. 2, 78, 83, 92, 97,1, 3,3 u. 5, 11,3, 19,2, 27,1, 50,19 u. IX.

Ist es denkbar, dass diese und ähnlich eingravirte Inschriften horizontal geschrieben wurden? Ja noch mehr; vorausgesetzt, dass die Steine auf den Gräbern in der richtigen Lage gelegen haben, d. h. mit aufrecht stehenden Kreuzen, muss man auch annehmen, dass es jenen Nestorianern ganz geläufig war, ihre Schrift auch vertical zu lesen.

Ich mache noch auf folgenden Umstand aufmerksam, der meines Erachtens entscheidend beweist, dass selbst die horizontal stehenden Zeilen vertical geschrieben wurden. In mehreren Inschriften, in denen die Fortsetzung der verticalen Zeile links vom Kreuze nicht vertical rechts oder vertical unter demselben fortläuft, sondern horizontal unter dem Kreuze steht, sind die Buchstaben verkehrt, d. h. mit den Köpfen nach unten, eingravirt, dagegen steht die Fortsetzung der verticalen Zeile rechts vom Kreuze unter demselben immer ganz regelrecht. Folgendes Bild soll das Gesagte erläutern.

№ 40,1, № 49,6 und 50,15.

№ 41 und 41,1 u. 2.

№ 75,1 sind die Zeilen auf folgende Weise geordnet:

Ich glaube aus dieser Anordnung der Zeilen, besonders aus dem Umstande, dass in der Fortsetzung der verticalen Zeile links die Buchstaben verkehrt und in der der verticalen Zeile rechts vom Kreuze dagegen dieselben regelrecht eingravirt sind, mit Sicherheit folgern zu dürfen, dass man dort überhaupt vertical schrieb und dass man nach Beendigung einer jeden vertical geschriebenen Zeile eine Drehung des Steines um einen rechten Winkel vornahm und zwar zuerst in der Richtung des Uhrzeigers, und dann, von der Zeile rechts vom Kreuze ausgehend, in umgekehrter Richtung. Die eigenthümliche Art, wie die Zeilen in der Inschrift № 44 (vgl. oben, p. 74) geordnet sind, scheint mir gleichfalls für diese Annahme zu sprechen.

Diese, wie ich glaube, sicher festgestellte Thatsache, dass wenigstens die Nestorianer in Centralasien vom VIII. bis zum XIV. Jahrhundert — also VII Jahrhunderte lang — ihre Schrift in verticalen Columnen in der Richtung von links nach rechts geschrieben und vielleicht auch so gelesen haben, giebt uns die einzig richtige Erklärung dafür, weshalb die Uïguren, welche ihre Schrift von den Syrern entlehnt haben, und ebenso die Mongolen, Kalmücken und Mandsu, welche ihre Alphabete nach dem Uïgurischen gebildet haben, noch bis auf den heutigen Tag in verticalen Columnen schreiben, die gleichfalls von links nach rechts gelesen werden.

Weshalb die Syrer vertical und nicht horizontal schrieben, erkläre ich mir sehr einfach. Weder der schräge Schnitt der Federspitze, wie Land[1]) meint, noch der untere dicke Grundstrich, wie Kopp (l. c.) vermuthet, ist die Ursache davon, sondern einfach weil eigentlich fast Niemand horizontal schreibt. Wir schreiben von links nach rechts, legen das Papier schräg, einen Winkel von ungefähr 45° bildend, und schreiben somit, wenn auch nicht in einer geraden, wohl aber in einer schrägen Linie nach oben[2]). Der Syrer, der von rechts nach links schreibt und das Papier beim Schreiben wohl oft auf den linken Schenkel legte, konnte nicht leicht anders als vertical — oder wie es heisst: ex coelo ad stomachum — schreiben.

In Bezug auf den Schriftcharakter unserer Inschriften glaube ich sagen zu können, dass derselbe für die syrische Paläographie vom Interesse sein dürfte. Abbé Martin bemerkt (l. c., p. 325 f.) von dem jacobitischen Schriftcharakter, den er lieber den occidentalischen nennen möchte, dass man seine Entwicklung aus den zahlreichen, in dieser Schriftart abgefassten Handschriften, Schritt für Schritt verfolgen könne. On n'a pas été, bemerkt er dann weiter, aussi heureux pour le caractère nestorien proprement dit ou oriental. Les Chaldéo-Nestoriens en font encore aujourd'hui. On le trouve dans les manuscrits du XIV-e

1) Anecdota, I, p. 60 f., cf. ib., Taf. A., fig. 1, 4 u. 5 Ich will hier bemerken, dass die jüdischen Schreiber der Pentateuchrollen noch jetzt mit schräg geschnittenen Federn, wie die bei Land 1, 4 und 5 abgebildeten, schreiben und zwar horizontal.

2) Manche Schreibkünstler, zu denen ich und wohl auch noch mancher andere verehrte College der ältern Generation gehören, begnügen sich nicht mit jenem bescheidenen Winkel von 45°, sondern schreiben noch obendrein die Zeilen schräg nach oben und bringen es somit auf einen Winkel von gegen 70°.

et du XV-e siècle tel qu'il est maintenant; mais le défaut de documents a empêché de retrouver les anneaux à l'aide desquels il se relie au caractère commun à toute la famille araméenne, à l'esthranghelo. In diesen Inschriften kann man, wie ich glaube, den Uebergang vom Estrangelo zur modernen nestorianischen Schrift ziemlich klar finden.

Ich will hier eine kurze Bemerkung vorausschicken und bitte um Entschuldigung, wenn ich mir erlaube eine Meinung in einer Sache auszusprechen, über welche Männer wie Wright, Land und Abbé Martin sich schon geäussert haben. Ich glaube aber dies um so eher thun zu dürfen, da diese meine Meinung zum Theil mit der des zuletzt genannten Gelehrten in Uebereinstimmung steht. In unseren syrischen Druckwerken gebrauchen wir vier verschiedene Schriftarten, nämlich: estrangelo, jacobitisch, nestorianisch und palästinensisch, die sich auffallend genug von einander unterscheiden. Ist diese Verschiedenheit auch in den älteren Handschriften so gross? Ich glaube, nein. Ist in denselben auch der Schriftcharakter so scharf und so begrenzt ausgedrückt, dass man diesen mit Bestimmtheit als jacobitisch, nestorianisch u. s. w. erkennen kann? Ich glaube wiederum nein sagen zu müssen. In den Handschriften giebt es nicht bloss vier — oder, wenn man noch malkitisch hinzurechnet — fünf verschiedene Schriftarten, sondern, wenn man die Beischriften, Glossen etc. dazu rechnet, dreissig—vierzig oder noch mehr. Ich denke auch, dass man bei der Beurtheilung des Schrifttypus einer syrischen Handschrift nicht bloss zu fragen hat wer — Nestorianer, Jacobit etc. — sie geschrieben hat, dann wo — im Orient, oder Occident — und wann — d. h. in welchem Jahrhundert, — sie geschrieben wurde, sondern auch was sie enthält. Der Schriftcharakter z. B. der Neuen Testamente und der Lectionarien ist fast durchwegs ein nur relativ wenig variirendes Estrangelo, gleichviel ob sie von Nestorianern, oder Jacobiten herrühren und ob sie im VI., oder im XIII. Jahrhundert geschrieben wurden[1]). Es liegt vor mir ein in Urmia — also von Nestorianern — im Jahre 1243 n. Chr. geschriebenes Lectionarium, dessen Schriftcharakter fast ganz identisch ist mit dem in Tafel XIV in Wright's Catalog. Letzterer nennt diese Schrift nestorianisch. Warum? Es ist meines Erachtens ein gutes Estrangelo, ebenso die Schrift ib., Tafel XI und XII, — vielleicht auch XIII —, welche Wright gleichfalls als nestorianisch bezeichnet; ich denke auch, dass der Schrifttypus dieser Tafeln ganz unwesentlich verschieden ist von dem in den Tafeln I—III und VII. Die, offenbar vom Schreiber des Codex herrührende Nachschrift zu dem erwähnten Lectionarium vom Jahre 1243 zeigt dagegen schon vielfache Neigung zum neuern Schriftcharakter, hat aber von der neuern nestorianischen Schrift nur die derselben ausschliesslich eigenthümliche Verbindung vom ⟨ am Ende des Wortes mit dem nach unten gezogenen Dreieck.

1) Dasselbe ist auch mit den in Quadratschrift abgefassten Bibelhandschriften der Fall. Der Unterschied zwischen alten und neuen, orientalischen, spanischen und deutschen Bibelhandschriften ist geringfügig; Variationen sind wohl vorhanden, der Grundtypus ist überall derselbe. Die Verschiedenheit des Schriftcharakters in den anderen jüdischen Handschriften des Mittelalters dagegen ist, so weit ich es beurtheilen kann, viel mannigfaltiger als in den bekannten syrischen Mss.

Ungefähr dasselbe kann man auch von dem Schriftcharakter unserer Inschriften sagen; specifisch nestorianisch ist nur das ﻟ am Ende. Auch das ﻟ am Anfange und in der Mitte des Wortes ist mannigfach und oft sehr eigenthümlich geformt, aber dabei durchaus nicht specifisch nestorianisch und vielfach diesem Buchstaben in anderen Schrifttypen ähnlich, oder mit ihm geradezu identisch [1]). Ausser diesem mannigfach geformten ﻟ wird in unseren Inschriften oft, besonders in den durch Buchstaben ausgedrückten Daten, das Estrangelo ﻟ gebraucht. Sonst kommen hier Buchstabenformen vor, welche in der Schrifttafel von Euting zu Nöldeke's syr. Gramm. in verschiedenen Schriftcolumnen verzeichnet sind, die durchaus nicht den nestorianischen Schriftcharakter darstellen. So ist z. B. das ﻝ der Inschriften wie in den Columnen 7—10, geformt; weniger ähnlich ist es den ﻝ's in 13 und 14. — ﻫ ist gewöhnlich, wie in den Colum. 7 ff. — ﻭ ist wie in Col. 7 № 1 und in Col. 15 (malkitisch). — ﻉ und ﻍ bilden kurze, gerade Striche, die zuweilen eine kleine Biegung nach links erhalten, woraus später die specifisch nestorianische Form dieser Buchstaben sich herausgebildet hat. Nur in der Inschrift № 45 hat in der letzten Zeile ﻉ fast die Form eines ﺩ mit einem Punkte unten und ﻍ etwa die eines nach rechts umgewandten ﻁ ohne den oberen Schweif, und einen Punkt oben [2]). — Die linke Schleife des ﻕ ist geschlossen und dieser Buchstab hat ungemein viele variirende Formen, darunter auch solche, die, wie ich glaube, anderwärts nicht angetroffen werden, aber auch nicht specifisch nestorianisch sind. — Das ﻭ hat oft die Form eines geschlossenen Dreiecks und ist immer — da es mit dem, ein längliches Viereck bildenden ﻭ nicht verwechselt werden kann — auch mit dem folgenden Buchstaben verbunden; eine Eigenthümlichkeit, die übrigens nichts weniger als specifisch nestorianisch ist (vgl. Col. 16—18). — ﻯ bildet einen kleinen geraden Strich, wie in den Col. 5, 6 und 11—16. — ﻙ und ﻚ bleiben sich überall ziemlich gleich. — Das ﻝ ist unten dreieckig wie in den Col. 6 und 9—19. — Das ﻫ ist wie in den Col. 6—13 und 15, ist aber auch oft dem ﻟ ähnlich. Die gewöhnliche Form des Kaf finale kommt selten vor, in der Regel hat dieser Buchstab nur ein wenig längere Enden als gewöhnlich. — ﻟ hat die gewöhnliche Form, wobei der sonst schräge Strich oft fast vertical gezogen ist. Das ﻟ am Ende hat in der Regel in der unteren Linie eine kleine Biegung nach oben. — Das ﻩ, dem palästinensischen sehr ähnlich, bildet immer ein längliches Viereck, dessen linke Seite gewöhnlich schräg nach rechts gezogen ist — das wesentliche Unterscheidungszeichen vom quadratförmigen ﻫ —; dann ist es auch mit einen sehr kurzen Schweif oben nach links versehen, der auch oft ganz fehlt. — ﺩ ist fast immer ein gerader kurzer Strich. Nun finale wie gewöhnlich, aber nicht wie in Estrangelo. — ﻡ und ﻟ sind wie gewöhnlich, nur ist ﻟ zuweilen oben gebogen und dem ﻫ sehr ähnlich. Am Ende ist das ﻟ etwas verlängert wie das Kaf finale. —

---

1) Vgl. die Formen des ﻟ in den beiliegenden Tafeln mit den ﻟ's in den Tafeln bei Wright, Catal., № XXV und XXVII und bei Land, Anecd. I, Tafel XIV,71, XV,76 und 77, XVII,82 und 83, XVIII,87 und 89, XIX,92, XX,100, XXI,105, XXIV,117 und Bd. II, Taf. II das Fac-simile aus dem Cod. 14730.

2) Vgl. die Tafel zu meiner früheren Abhandlung über diese Grabinschriften, unten rechts.

ـه wie gewöhnlich, nur ist der Kopf oft stark nach oben gezogen, ungefähr so wie in den Col. 6, 10, 15 und 17. — ـع grösstentheils wie in den Col. 6, 9, 10, 12, 15 und 16. — ـص immer ein längliches Viereck wie in den meisten anderen Schriftarten. — ـل, fast immer wie palästinensisch Col. 5, ist am Anfange mit einem langen Strich nach rechts versehen, wie in den Col. 6, 7, 9, 10 und 13. Dabei bemerke ich, dass diese Form des ـل auch in der von Sachau mitgetheilten Inschrift aus Edessa vom Jahre 494 mehrfach vorkommt und zwar gleichfalls mit dem langen Striche rechts [1]). Vom ـل habe ich oben gesprochen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Schriftcharakter unserer, von Nestorianern herrührenden Inschriften gar nicht wesentlich verschieden ist von den anderen westlichen syr. Schriftarten der syrischen Handschriften, in denen, wenn ich mich so ausdrücken darf, ein verjüngtes, oder, was richtiger wäre, ein abgeschliffenes Estrangelo gebraucht wurde. Einen solchen Charakter hat eigentlich auch die neunestorianische Schrift, welche nur in der Form einiger wenigen Buchstaben vom jüngeren Estrangelo abweicht: Das ـا ist verkürzt, wie auch in anderen Schriftarten, und nur die Buchstaben ـن, ـر und die Ligatur von ـا am Ende des Wortes sind charakteristisch für diese Schrift. Diese Ligatur kommt, wie bemerkt, schon in dem erwähnten Epigraph zum Cod. vom Jahre 1243 und in unseren Grabinschriften vor und ist somit ziemlich alt. Die eigenthümliche Form von ـن und ـر stammt dagegen wohl erst aus dem XV. Jahrhundert her; denn in den Inschriften kommen, wie gesagt, kaum die ersten Spuren dieser Form vor; dagegen ist diese Gestalt des ـن und ـر in einem mir vorliegenden, aus dem Jahre 1600 n. Chr. stammenden, nestorianischen Lectionarium, dessen Schriftcharakter sonst, mit Ausnahme des ـد und ـه, fast ganz Estrangelo ist, die ausschliesslich gebrauchte. Ich denke daher, dass eine Handschrift, oder eine Inschrift, in der diese Form des ـن und ـر vorkommt, nicht älter als das XV. Jahrh. sein könne [2]).

Aus vielen der oben mitgetheilten Inschriften kann man ersehen, dass die Verfasser derselben oft, wenn auch nicht immer, statt des syrischen ـك das arabische ـق gebrauchen, um damit den weichen K-Laut in nicht-syrischen Wörtern und Eigennamen auszudrücken. Sie scheinen das syr. ـك oft wie ch und das arab. ـق wie k und g ausgesprochen zu haben. Sie schrieben daher كوتلوك, Kutluk, تاغاكو, Tagaku u. s. w.

Die Sprache der Inschriften ist vorzugsweise syrisch; in vielen derselben finden sich einzelne türkische Worte, auch kurze Phrasen in dieser Spache. Einige wenige Inschriften sind halb syrisch, halb türkisch und mehrere sind ganz türkisch abgefasst. Die Entzifferung der letztern Art von Inschriften bot, oft wegen der Undeutlichkeit der Schrift, grosse Schwierigkeiten dar, so dass einige von ihnen bis jetzt noch nicht ganz entziffert sind. Die türkischen Bestandtheile dieser Inschriften, darunter auch die türkischen Eigennamen, wird Herr Akademiker W. Radlow am Schlusse dieser Schrift besonders behandeln.

---

1) S. Z. d. d. m. Ges. 36, p. 142 ff., Taf. I,4 und vgl. ib., p. 159 f.

2) Vgl. meine Bemerkung über die von Duval (J. As. VIII,5, 1885, p. 39 ff.) herausgegebenen syrischen Grabinschriften in meiner Abhandlung: Syrische Grabinschriften aus Semirjetschie, St. Pétersbourg, 1886, p. 15, Anmk. 1.

Das Syrische dieser Inschriften ist mehr oder minder grammatisch und oft auch orthographisch uncorrect. Bei den Zahlwörtern ist das Geschlecht selten richtig angegeben; vgl. oben, p. 11. Die einzelnen Zahlwörter sind sehr selten unter einander durch ܘ verbunden. Statt ܡܐܐ steht grösstentheils ܡܐ. Die Zahl zwölf wird einmal ܬܪܝܢ ܥܣܪ und ein anderes Mal ܬܪܥܣܪ geschrieben, welche letztere Form allerdings eine Berechtigung hat, obgleich sie im Syr. nicht üblich ist. Die Zahl 14 wird durch ܐܪܒܥ ܥܣܪ, 15 ܚܡܫ ܥܣܪ, 17 ܫܒܥ ܥܣܪ, 19 ܬܫܥܐ ܥܣܪ ausgedrückt und in zwei Worten geschrieben.

Auf das Sufx. 3. P. m. und f. ܗ folgt nur in einigen wenigen Fällen das erforderliche ܕ. Hier und da erfordert der Sprachgebrauch eine Präposition wie ܒ, ܠ oder ܥܠ, die aber fehlt. Orthographisch falsch ist ܐܢܬܗ st. ܐܢܬܬܗ, ܡܗܝܡܢܐ st. ܡܗܝܡܢܐ, ܓܠܝܬܐ st. ܓܠܝܬܐ, ܕܝܪܝܐ st. ܕܝܪܝܐ[1]), ܩܒܪܗ st. ܩܒܪܗ, ܥܠܡܐ st. ܥܠܡܐ, und ܡܗܡܢܐ st. ܡܗܝܡܢܐ. Letztere Form mag übrigens eine Nachbildung des muhammedanischen مومن sein.

Ganz eigenthümlich in diesen Inschriften ist der Gebrauch von Pronomina verschiedenen Geschlechts vor dem männl. ܩܒܪܐ. Gehört das Grab nämlich einer männlichen Person, so steht ܗܢܘ ܩܒܪܗ — nur einmal № 3,2 ܗܢܐ — ; ist aber das Grab einer weiblichen gewidmet, steht grösstentheils das weibliche Pronomen ܗܕܐ ܗܝ, oder verkürzt ܗܕ ܗܝ und auch ܗܕܝ. Die türkisch sprechenden Verfasser dieser Inschriften, die in ihren Sprachen keine Geschlechtsendungen besitzen, haben offenbar auf diese sonderbare Weise das Geschlecht des, oder der Verstorbenen anzeigen wollen.

Das syrische Wörterbuch findet durch diese Inschriften nur um ein einziges Wort eine Bereicherung, aber dasselbe scheint mir sehr interessant und historisch wichtig zu sein. Dieses Wort ist ܐܛܠܝܐ Atelija, wofür in vielen Stellen das türkische ܠܘܘ=لوو=لوى, d. h. der Drache, als Aequivalent gesetzt wird. In meinem ersten Specimen dieser Grabinschriften liess ich mich von der Angabe der syrischen Lexicographen in Smith's Thesaurus, I, col. 423, s. v., welche dieses Wort für griechischen Ursprungs erklärten, irreleiten und übersetzte ܐܛܠܝܐ durch Sonnen- oder Mondfinsterniss. Später machte Harkawi und fast gleichzeitig Dr. Simonsen, Rabbiner in Copenhagen, mich darauf aufmerksam, dass ܐܛܠܝܐ dieselbe Bedeutung haben und auch etymologisch desselben Ursprungs sein dürfte, wie das bei den Rabbinen des Mittelalters oft vorkommende Wort תלי, tĕlî, welches häufig durch תנין, der Drache, und durch das arabisch-persische ذنب الجوزهر, cauda Draconis, erklärt wird. Harkawi hat nachher in einer hebräisch abgefassten Abhandlung[2]) die Stellen in der rabbinischen Literatur des Mittelalters gesammelt, in denen תלי in dem angegebenen Sinne gebraucht und erklärt wird. Es kommt für unsere Frage nicht viel darauf an, zu wissen, was die Rabbinen ursprünglich unter תלי sich gedacht haben. Ich glaube noch jetzt, dass die Erklärung des berühmten jüdischen Exegeten, Philosophen und Astronomen des XIV. Jahrhunderts R. Levi-ben Gerschon, auch Leon de Bagnoles genannt, zu Hiob 26,13 die einzig

---

1) Vgl. das oben, p. 38 zu 3,4 Gesagte.

2) In der in St. Petersburg edirten Zeitschrift בן עמי, 1887, p. 27 ff. — Von dieser Zeitschrift sind nur 4 Hefte erschienen.

richtige sei, nämlich dass man darunter die Milchstrasse verstanden, die man sich als einen grossen Drachen dargestellt hat, der das ganze Himmelsgewölbe von einem Ende zum andern — מבריח מן הקצה אל הקצה — durchgeht. Die Beschreibung, die man in den älteren Schriften vom תלי findet, passt sehr gut auf die Milchstrasse, aber durchaus nicht auf das Sternbild des Drachen, wie relativ spätere Schriftsteller, die beim תנין=תלי wohl an das arabische تنّين dachten, תלי aufgefasst haben. Wie dem aber auch sei, jedenfalls haben sie sich unter תלי einen Drachen gedacht und brachten נחש ברח Jes. 27,1 und Hiob 26,13 und ebenso נחש עקלתון an ersterer Stelle damit in Verbindung.

Dass ܬܠܝܐ etymologisch und der Bedeutung nach, d. h. der Drache, mit תלי identisch ist, halte ich für unzweifelhaft. Die Etymologie von תלי ist dunkel; die Ableitung von תלה — wie דלי von דלה — halte ich nicht für möglich; denn דלה heisst schöpfen und דלי der Eimer, also das Instrument, womit geschöpft wird; תלה heisst hängen und תלי kann nicht der Gegenstand heissen, woran etwas gehängt wird, hier angeblich die Zeichen des Thierkreises, wie von Einigen angenommen wird. Da aber das syrische ܬܠܝܐ und das rabbinische תלי, welches letztere, wie ich glaube, schon im V. Jahrhundert vorkommt[1]), gleichbedeutend und sicher auch etymologisch gleichen Ursprungs sind, so liegt die Annahme fast auf der Hand, dass beide Worte gemeinschaftlicher Herkunft seien und der babylonischen Astronomie entlehnt sein dürften; denn woher sonst hätten Juden und Syrer gemeinschaftlich dieses Wort, das weder in der syrischen, noch in der rabbinischen Sprache eine passende Etymologie hat, entlehnt haben können?

Die Art der Datirung in diesen Inschriften ist oben, p. 7, im Allgemeinen angegeben. Hier will ich noch Folgendes dazu bemerken. In mehreren Inschriften ist nur die seleucidische Aera angegeben, in einigen dagegen nur die türkische, d. h. die nach dem zwölfjährigen Thiercyclus, und zwar bald nur syrisch, bald nur türkisch und in einigen Fällen in beiden Sprachen. In den Inschriften, in denen beide Aeren angegeben sind, ist die türkische bei Weitem überwiegend syrisch ausgedrückt; die Zahl der Inschriften, in denen diese Aera in beiden Sprachen angegeben ist, ist bedeutend geringer; noch seltener sind die Fälle, wo jene Aera nur türkisch angegeben ist. Der Monat ist nur in vier Inschriften (№ 60, 66, 92 und 11,3), der Monatstag nur in zwei (60 und 11,3) und der Wochentag nur in einer (66) angegeben. — Da das seleucid. Jahr mit dem ersten October beginnt, das türkische dagegen erst etwa mit dem 15. Januar des folgenden Jahres anfängt, kommt es öfters vor, dass ein und dasselbe seleucid. Jahr mit zwei türkischen Jahren correspondirt. So kann z. B. das sel. Jahr 1600 dem Mause- und dem Stierjahre entsprechen. In einigen Inschriften (№ 38, 38,1, 45 und 45,1) ist die Correspondenz der beiden Aeren unrichtig angegeben. In einem

1) תלי kommt zuerst im Buche יצירה vor, welches wahrscheinlich in Babylonien verfasst wurde. In dieser Schrift werden die Buchstaben des hebr. Alphabets zu verschiedenen mystisch-gnostischen Combinationen verwendet, wobei auch die Buchstaben בגדכפת eine besondere Rolle spielen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Verfasser bei seinen Combinationen die Vocalzeichen nicht unberücksichtigt gelassen, wenn er sie gekannt hätte; vgl. A. Epstein in dessen Schrift מקדמוניות היהודים, p. 40 ff., bes. p. 47.

solchen Falle ist wahrscheinlich das sel. Jahr falsch; denn Herr Radlow sagte mir, dass jeder Osttürke das laufende Jahr des zwölfjährigen Thiercyclus immer genau kennt.

Ueber das geistige und kirchliche Leben jener christlichen Osttürken kennen wir fast nur das, was ihre persönlichen Feinde und erbitterten Gegner, die katholischen Missionäre des XIII. Jahrhunderts, über sie berichten. Dieselben stellen sie bekanntlich in einem sehr ungünstigen Lichte dar. Unsere schlichten und scheinbar so inhaltsarmen Grabinschriften, deren Verfasser sicher nicht die Absicht hatten und auch nicht die Absicht haben konnten, sich in ein vortheilhaftes Licht zu stellen, geben uns von jenen türkischen Christen ein anderes, besseres Bild, als das, welches die katholischen Missionäre von ihnen entwerfen. Jene Christen hatten eine vollständige kirchliche Organisation, sie hatten gut besuchte Schulen und Lehrer, gute Prediger und Geistliche, die sich durch Gelehrsamkeit und ihren kirchlichen Eifer ausgezeichnet haben. Dann gab es auch unter ihnen Laien, die sich eine grosse Ehre daraus machten, Kirchenvorsteher zu sein und es als eine heilige Pflicht ansahen, für das Gedeihen der Kirche Sorge zu tragen. Wie tiefe Wurzel das Christenthum bei ihnen gefasst hat, ersieht man unter Anderen auch aus den Worten der Inschrift № XXXVII, in der es heisst: «Das Panier — oder richtiger: das Ziel des Lebens ist Jesus, unser Erlöser»; dasselbe erhellt auch aus den frommen Wünschen für das künftige Leben des Verstorbenen, für sein ewiges Gedächtniss, für die Ruhe seiner Seele in Gemeinschaft mit den Frommen und Gerechten, den Heiligen und dahingeschiedenen Vorfahren, Eulogien, die oft auf den Grabinschriften vorkommen. Mancher unter ihnen wurde als «weise» und «gelehrt» bezeichnet. Auch politisch haben sie eine Rolle gespielt. Dass Nestorianer jener Länder als Secretäre und Erzieher an den Höfen der mongolischen Fürsten und Grossen gelebt haben, ist auch anderwärts bekannt, aber aus diesen Inschriften ersehen wir, dass einer unter den auf dem Friedhofe bei Pischpek Ruhenden als «berühmter Emir» bezeichnet wird und dass sogar die Würde eines «Feldherrn» sich in seiner Familie in zwei Generationen erhalten hat. Diese allgemeine Schilderung will ich im Einzelnen nachweisen.

Die Rangordnung der nestorianischen Geistlichkeit war: 1) der Patriarch, 2) der Metropolit, 3) der Bischof, 4) der Archidiacon[1]), 5) der Chorepiscopus, auch Periodeuta und Sa'ûrâ genannt, 6) der Archipresbyter, 7) der Presbyter ܩܫܝܫܐ, Kaschîschâ, abgekürzt ܩܫܐ, Kaschâ und 8) der Diacon, syrisch ܫܡܫܢܐ, Meschamschânâ. Der Name eines Bischofs kommt in den Inschriften nicht vor; wahrscheinlich standen die christlichen Bewohner von Semirjetschie unter dem Episcopat von Almalig, welcher Sitz eines nestorianischen Metropoliten war[2]). Aus den Inschriften ersieht man auch, dass die nestorianische Gemeinde, von der dieselben herrühren, in enger Verbindung mit der in Almalig stand; denn in dem Zeitraum von 1287—1300 n. Chr. wurden

1) S. Ass em. B. O., III,2, p. 840 und 837, wo ausdrücklich gesagt ist, dass der Archidiacon vor dem Chorepiscopus kommt; vgl. auch weiter unten.

2) S. oben p. 111 und vgl. zu № 98, p. 31.

sechs Personen, darunter ein Chorepiscopus und eine Frau, aus Almalig auf jenem Friedhofe bestattet[1]).

Erwähnt werden zwei Archidiacone, von denen der eine ܝܫܘܥ Isch'û, hiess, dessen Tochter Maïfrah-Koschtanz dort begraben wurde (№ 19); der andere hiess ܐܓܘܣܐܟ, Agusak, dessen Sohn ܬܐܫ ܐܪܣܠܐܢ, Tasch-Arslan, auf jenem Friedhofe seine Ruhestätte fand; dann vier Chorepiscopen, ein Periodeuta und acht Personen mit dem Titel ܣܥܘܪܐ, Sa'ûrâ, zusammen fünfzehn höhere Geistliche, von denen zwei in der nestorianischen Hierarchie den vierten und dreizehn den fünften Grad von oben einnahmen. Nach der ausdrücklichen Angabe Ebed-Jesus bezeichnen die drei Benennungen: Chorepiscopus, Periodeuta und Sa'ûrâ ein und dasselbe kirchliche Amt[2]). Der Träger desselben ist kein Stellvertreter, aber so zu sagen ein von einem höheren Geistlichen, dem Patriarchen, dem Metropoliten, oder dem Bischof Beauftragter, die Gemeinden zu bereisen, überall nach dem Rechten zu sehen und für den Wiederaufbau verfallener Kirchen und Klöster zu sorgen; ferner gehörte es zu seinem Amte, beim Besuche der Dörfer und kleinerer Ortschaften die Aeltesten der Gemeinden um sich zu versammeln, Ermahnungen an sie zu richten, sie an ihre religiösen Pflichten zu erinnern, aus der Heiligen Schrift vorzulesen, die Kinder des Ortes sich vorführen zu lassen, Gebete ihnen vorzulesen und für ihre Unterbringung in den verschiedenen Schulen zu sorgen, zugleich aber auch die Einkünfte seiner Vorgesetzten einzutreiben u. s. w. Gewählt zu diesem Amte wurde einer der Geistlichen, der sich durch seine Gottesfurcht, Rechtlichkeit und Unbestechlichkeit hervorgethan hatte. Der syrische Schriftsteller, dem diese Angaben zum Theil entlehnt sind, sagt ausdrücklich, dass der Sa'ûrâ den fünften Grad von oben in der nestorianischen Hierarchie einnimmt[3]).

Nicht alle diese höheren Geistlichen, deren Namen in den Inschriften vorkommen, sind auf jenem Friedhofe begraben worden; denn oft waren sie nur Angehörige von denen, welche auf demselben ihre letzte Ruhestätte gefunden haben. Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die Namen dieser Geistlichen aufzuzählen und anzugeben, was da von ihnen gesagt ist. Aus den Namen kann man leicht die Nationalität der Träger derselben erkennen.

№ 66 (vom Jahre 1255 n. Chr.) der Chorepicopus ܐܡܐ, Amâ, oder ܐܒܐ, Abâ.

№ 73 (1262) der Chorepiscopus ܡܠܝܟܐ, Malîchâ, dessen Sohn, der Priester Givargis, in dem angegebenen Jahre starb.

№ 78 (1267). Der Periodeuta ܫܐܗ ܡܠܝܟ ܒܪ ܓܝܘܪܓܝܣ ܐܠܬܘܣ, Schâh-Melîk, der Sohn des Givargis Altus.

№ 84 (1273). Der Sa'ûrâ, der Kirchenvisitator ܦܐܓ ܡܢܓܩܘ, Pag-Mangku, dem das Epitheton: «der Demüthige, Gläubige» beigelegt wird.

№ 97,1 (1286). Der Kirchenvisitator ܝܠܕܐ, Jaldâ, dessen Tochter ܛܘܙܘܢ ܡܐܝ (od. ܒܐܝ), Tuzun-Mai (od. Bai) dort begraben war.

1) Vgl. oben die Inschriften № 98, 99, 3,3 und 5, 11,1 und 2, p. 30 f., 37 f. und 40 f.

2) S. Assem. l. c., III,1, p. 342 und III,2, p. 837.

3) S. Assem. l. c., III,2, p. 934 und Sachau in der Z. d. d. m. Ges. 36, p. 348 f., wo der betreffende syrische Text mitgetheilt ist.

№ 97,4 (1286). Der Kirchenvisitator ܟܘܬܘܟ, Kutuk, dessen Tochter ܢܘܬܪ, Nuter (?) dort ihre Ruhestätte gefunden hat. Diesem Kutuk wird das Epitheton «der gesegnete Greis» beigelegt.

№ 99,3 (1288) ist der Name verwischt.

№ 3,5 (1292). Der Chorepiscopus ܝܘܚܢܢ ܨܝܡܪܬ, Jûchanan (Johannes) Ṣiamert aus Almalig (vgl. oben, p. 38 f).

№ 18 (1307). Der Chorepiscopus Jûchanan, dessen Braut Julia dort begraben wurde.

№ 21 (1310) Der Kirchenvisitator Kyriakos, dessen Tochter ܟܘܬܠܘܟ ܛܪܝܡ, Kutluk-Terim in dem angegebenen Jahre starb.

№ 27,4 (1316). Der Kirchenvisitator ܟܘܬܐܫܟ, Kutaschek, dessen Sohn, der Priester Ṣûmâ, dort begraben wurde.

№ 34,1 (1323). Der Kirchenvisitator Ǵivarǵis (Georgius), dessen Sohn ܨܘܡܐ ܡܠܦܢܐ, der Lehrer Ṣûmâ, dort beerdigt wurde.

№ XIX (undatirt) der Kirchenvisitator ܟܘܬܠܘܟ, Kutluk, dessen Frau ܫܠܡܐ, Schalamâ dort ein Grabstein gesetzt wurde.

Von diesen in den Inschriften erwähnten fünfzehn höheren Geistlichen — 2 Archidiaconen und 13 Kirchenvisitatoren — hatten acht bestimmt Kinder, einer hatte höchst wahrscheinlich eine Braut, und von einem wird bestimmt gesagt, dass er eine Frau hatte. Die auch sonst sich findende Angabe, dass selbst die höheren nestorianischen Geistlichen verheirathet waren und dass sie sogar nach Empfang der priesterlichen Weihe noch zum zweiten Mal heirathen durften[1]), findet hier ihre volle Bestätigung.

Viele der eben namhaft gemachten 15 höheren Geistlichen führten entweder selbst echt türkischen Namen, oder sie gaben ihren Kindern solche Namen. Man kann daraus, wie ich glaube, mit Sicherheit folgern, dass sie keine Syrer, sondern echte Türken waren. Man hat somit unter der christlich-türkischen Bevölkerung Leute genug gefunden, welche durch ihre Frömmigkeit und Rechtlichkeit, und sicher auch durch ihr theologisches Wissen, sich hervorgethan haben.

Unter den Männern, welche sich durch ihren frommen Eifer für die Kirche ausgezeichnet haben, findet man einen ܛܐܫ ܐܪܣܠܢ, Tasch-Arslan, einen ܐܟܦܐܫ, Akpasch, einen ܛܐܟܝ Taki; unter den Lehrern, ܡܠܦܢܐ, einen ܟܘܨܐ, Kuṣa und einen ܝܘܫܡܕ, Juschmid; unter denen, welche sich den Studien widmeten, ܐܣܟܘܠܝܐ (vgl. unten), wieder einen Juschmid und einen andern dieses Namens, dessen Sohn ܐܪܣܠܢ ܡܢܓܝ, Arslan-Meng hiess, dann ܣܢ ܕܪ ܝܘܟ, San-Der-Yok, ܐܟܫܐܟ, Akschak, ܫܝܪܡܘܢ, Schiramun und ܟܘܬܐܫ, Kutasch. Alle jene Personen, die sich durch ihren religiösen Eifer hervorgethan, als Lehrer fungirt, oder sich den religiösen Studien gewidmet haben, waren sicher echte Türken. Nimmt man die Rohheit, Wildheit, Barbarei und Unwissenheit der heidnischen

1) S. Barhebraens, Hist. Eccles, II, p. 64, 70 u. 80 und Badger, The Nestorians, II, p. 178 f. und 412.

Osttürken in Betracht, so kann man es nicht genug hervorheben, welchen Segen an Gesittung, Religiosität und Erkenntniss das Christenthum jenen wilden Völkern gebracht hat.

Unter den Personen, deren Grabinschriften hier mitgetheilt wurden, finden sich viele, die doppelte Namen führten, nämlich einen auch sonst bei den syrischen Christen üblichen und auch einen türkischen, z. B. Jûchanan (Johannes) Baschgu, Jûchanan Tabgaṣ, Ġivarġis (Georgius) Altuṣ und dgl. a. Von dem erwähnten Akpasch wird ausdrücklich gesagt, dass er Jûchanan hiess und den Beinamen Akpasch führte (اقصد). Man ist daher, wie ich glaube, berechtigt daraus zu folgern, dass wenigstens Viele von denen, welche christlich-syrische Namen führten, wie z. B. Ahron, Selibâ, Serġis (Sergius) u. dgl. andere, gleichfalls Türken von Geburt waren[1]). Man ist somit, denke ich, vollauf berechtigt von einer christlich-türkischen Bevölkerung zu sprechen, die um jenen Friedhof gelebt hat, und unter der auch einige wenige christliche Syrer sich befunden haben mögen. Die Masse der christlichen Bevölkerung war sicher türkisch. Sehen wir daher weiter, was wir aus diesen Inschriften über den religiösen und moralischen Zustand dieser ursprünglich wilden und barbarischen türkischen Bevölkerung erfahren.

Mehrere Personen werden genannt, von denen es heisst, dass sie öffentliche Lehrer, ܡܠܦܢܐ, waren[2]). Es hat also dort auch öffentliche Schulen gegeben, die wohl, wie das bei den Nestorianern üblich war, Kirchenschulen waren und sich oft in den Klöstern befanden[3]). Klöster scheint es dort mehrere gegeben zu haben, da es, wie wir gleich sehen werden, von zwei Geistlichen heisst (№ 27 u. 39, oben p. 55 f. u. 69), dass sie «alle Klöster durch ihr Licht erleuchtet haben». Auf der catalonischen Karte vom J. 1375 ist südlich vom Issyk-Kul verzeichnet: «ein armenisches Kloster des St. Mtthaei»; es wird wohl ein nestorianisches Kloster gewesen sein, da es unwahrscheinlich ist, dass Armenier in dieser Gegend ein Kloster gehabt haben sollten.

Was in diesen Schulen gelehrt wurde, kann man sich leicht denken. Gewiss war die syrische Sprache, die Sprache der Heiligen Schrift und des ganzen Gottesdienstes, der Hauptgegenstand des Unterrichts. Zu grossen Kenntnissen jener Sprache und Literatur werden sie es wohl schwerlich gebracht haben, was aus dem uncorrecten Stil der Grabinschriften leicht zu ersehen ist. Von einem uïgurischen Mönche aus dem Stamme der Chata (الخطا), der zuerst unter dem Namen Jahb-Allahâ zum Metropoliten von China und dann, auf Wunsch des Mongolenfürsten, der einen Stamm- und Sprachverwandten an der

1) Auf dem oben besprochenen Denkmal von Singanfu sind die syrischen Namen syrisch und die chinesischen chinesich angegeben, und Heller hat (l. c. p. 42) nachgewiesen, dass der syrische Name und auch der chinesische immer von einer und derselben Person geführt wurden. Personen, deren Namen auf jenem Denkmal aufgeführt wurden, führten somit meistens — es kommen dort 70 syr. und 62 chinesische Namen vor — syr. und chinesische Namen. Auch die Juden im Mittelalter und in neuerer Zeit führten und führen noch jetzt doppelte Namen, einen hebräischen und einen sogenannten profanen Namen, der manchemal eine Uebersetzung des hebr. ist, aber auch sehr häufig in gar keinem Zusammenhange mit diesem steht.

2) № 97,2, 16, 34,1 und XXXII.

3) Assem. l. c. III,2, p. 934 f.

Spitze der Christen sehen wollte, im Jahre 1281 n. Chr. zum Patriarchen gewählt wurde, sagt Barhebraeus[1]), dass er sich durch seine grossen Tugenden ausgezeichnet hätte, aber in der Kenntniss der syrischen Sprache und Literatur schwach war. Die Kenntniss jener osttürkischen Christen wird wohl nur soweit gereicht haben, dass sie ihre syrische Bibel und ihre syrisch abgefassten liturgischen Bücher lesen und verstehen konnten, schwerlich mehr als dies.

Verschiedene Personen werden in den Grabinschriften als «Kirchenvorsteher», einer als «ruhmreicher Kirchenvorsteher» bezeichnet. Von einigen wird gesagt, dass sie «eifrig bemüht waren für das Wohl der Kirche». Von einigen Geistlichen heisst es, dass sie «berühmte Exegeten und Prediger und gepriesen an Weisheit waren, dass sie alle Klöster durch ihr Licht erleuchtet hätten». Von einem dieser Geistlichen wird noch hinzugefügt, dass «seine Stimme (beim Predigen) erhoben war, wie eine Trompete»[2]). Diese Grabinschriften zeigen auch, dass das Volk solche Männer zu schätzen und zu ehren verstand.

Mit Hoffnung auf das künftige Leben und mit frommen Wünschen für die ewige Ruhe der Verstorbenen wurden diese in's Grab gesenkt. Der Hauptinhalt der Eulogien ist folgender: «Friede mit seinem Geiste»! «Der Herr möge seinen Geist», oder auch: «seinen erleuchteten Geist, vereinigen mit den Frommen, Gerechten, Heiligen, mit seinen Vorfahren in Ewigkeit». Ferner: «er möge theilhaftig werden alles Glanzes» des künftigen Lebens. Wahrscheinlich auch: «er möge seinen Lohn im Himmel finden». Dann: «Durch unsere Gebete möge sein Gedächtniss bleiben»; man hatte also offenbar Todtenmessen gelesen. Man sagte auch kurz: «ein Gedächtniss (des, oder der Verstorbenen) möge sein»[3]). Diese Formel drückt man oft durch das türkische ܝܐܬ ܒܘܠܣܘܢ = يات بولسون aus[4]). In einer türkisch abgefassten Grabinschrift (№ VII) kommt die Phrase vor ܐܡܝܛܐ ܣܐܟܘܠܕܝ = اميطا ساكولدى, d. h. «die Seele (der Verstorbenen) ist gesundet»; ein vielsagender Spruch, womit man wohl sagen wollte, dass die wahre Heilung der Seele erst nach dem Tode eintrete.

Vierzehn Personen werden in diesen Inschriften erwähnt, denen der Titel ܐܣܟܘܠܝܐ, Ascûlajâ, beigelegt wird. Ich habe dieses Wort, vielleicht nicht ganz passend, durch Scholasticus übersetzt; aber ich kenne kein recht zutreffendes deutsches Wort, welches ܐܣܟܘܠܝܐ in diesen Grabinschriften genau wiedergiebt. Dieses Wort bedeutet gewöhnlich der Schüler, der Student; hier kann es aber nicht diese Bedeutung haben, da hier von ܐܣܟܘܠܝܐ die Rede ist, die offenbar schon erwachsene Kinder hatten; ein solcher hatte einen Sohn, der Presbyter war[5]). ܐܣܟܘܠܝܐ heisst aber auch scholae magister, dann scholasticus; Assemani erklärt es unter Anderen durch qui literis otium impendet. Ich glaube, dass auch hier damit solche Personen gemeint sind, die weder Lehrer, noch Schüler

1) L. c. III, 451 f.; vgl. Assem. l. c. II, p. 456.

2) Vgl. oben № 1600,1, 11,2, 12,3, 27, 34, 38, 39 und 50,24.

3) Vgl. № 66, 75,2, 83, 8, 27, 39, 50, 24.

4) Vgl. № 11,3, 19,1, 28 und 34,2.

5) Vgl. № 8, 11,3 und 19,2.

waren, sondern, zu ihrer eigenen Belehrung oder zu ihrem Seelenheil, dem Studium religiöser Schriften oblagen. Solche Individuen findet man in den Medressen der Muhammedaner, in den בתי מדרשים der Juden — in slavischen Ländern oft Schkolniki genannt — und solche gab es auch in den nestorianischen Klöstern. Wegen der Vieldeutigkeit jenes Wortes fand ich für gut, dasselbe durch das gleichfalls mehrdeutige Scholasticus wieder zu geben.

Von gewöhnlichen Priestern ist in diesen Inschriften oft die Rede; wenn ich richtig gezählt habe, kommen in denselben 37 Personen vor, welche die Priesterweihe erhalten haben.

Auf frommen christlichen Sinn zeigt der Umstand, dass man jedem und jeder Verstorbenen des Epitheton der oder die Gläubige hinzufügte; auf elterliche Zärtlichkeit, dass man oft auf die Grabsteine von Jünglingen und jungen Mädchen die Worte «ein lieblicher Jüngling», oder «ein liebliches Mädchen» setzte.

Dass Mancher unter den christlichen Bewohnern jenes Ortes, aus dem unsere Grabinschriften herstammen, hohe Ehren und Würden erlangt und es zu einer sehr einflussreicher Stellung gebracht hat, ersieht man aus der Inschrift № 83 (v. J. 1272). Diese Grabinschrift ist nämlich gewidmet «dem gesegneten Greis, dem Feldherrn und berühmten Emir, dem Priester Sûmâ, dem Sohne des Feldherrn Ǵivarǵis» (Georgius). Vater und Sohn commandirten also mongolisch-tatarische Truppen und der letztere scheint besonders eine hohe politische Stellung eingenommen zu haben. Mir ist nur ein Fall bekannt, wo ein nestorianischer Christ türkischer Herkunft eine hervorragende politische und militärische Stellung eingenommen hat. Klaproth theilt nämlich nach einem armenischen Historiker die Nachricht mit, dass der Chef der mongolischen Gouverneure in Syrien und Palästina gegen 1260, — der auch offenbar Oberbefehlshaber der Truppen daselbst war — Namens Choï-Puga (oder Pula) ein Christ war[1]). Damals herrschte in Vorderasien Hulagu, dessen Mutter Dukaz-Chatun, eine Prinzessin aus dem christlichen Königshause der Keraït, eine sehr fromme und eifrige Christin war und auf ihren Sohn einen grossen Einfluss ausgeübt hat. Es kann uns daher nicht wundern, dass Christen damals zu hohen Ehren und Würden gelangen konnten. Unser Priester und Feldherr Sûmâ, der als Greis 1272 starb, war ein Zeitgenosse dieser einflussreichen christlichen Fürstin, die überall als Beschützerin der Christen auftrat[2]).

In drei Grabinschriften aus den Jahren 1649 und 1650 = 1338 und 1339 n. Chr. kommt eine Bemerkung vor, die von allgemeinem Interesse sein dürfte. Es fiel mir Anfangs auf, dass die Grabinschriften aus den beiden angegebenen Jahren viel zahlreicher sind als die der anderen Jahre; denn aus dem erstern Jahre stammen 13 und aus dem letztern sogar 25 Inschriften, während sonst das Maximum der Inschriften eines Jahres die Zahl 6 nicht übersteigt. Ich dachte Anfangs man hätte zufällig so viele aus diesen Jahren herstammende Inschriften gefunden. Da fand ich aber in den Inschriften 49 und 49,11 die Bemerkung ܡܝܬ ܒܡܘܬܢܐ und ܡܝܬ ܡܘܬܢܐ d. h. «er starb an der Pest»; № 50,16 heisst es von dem

1) S. Nouv. Journ. Asiat. XII, p. 294.

2) Vgl. ib. p. 292 und 297.

Verstorbenen Kutluk: ܡܝܬ ܡܘܬܢܐ ܥܡ ܐܢܬܬܗ ܡܢܓܩܘ ܟܠܟܐ, d. h. «er starb zusammen mit seiner Frau Mengku Kelka an der Pest». Man sieht daraus, dass im Gebiete von Semirjetschie während der Jahre 1338—39 die Pest gewüthet hat, in Folge dessen so viele Grabinschriften aus jenen beiden Jahren herrühren mögen. Steht diese Pest mit der, unter dem Namen «der schwarze Tod», während der Jahre 1347—50, in Westasien und in Europa wüthenden Pest in Verbindung? Es ist kaum zweifelhaft, dass dies wirklich der Fall ist; denn vom «schwarzen Tod» wird berichtet, dass diese Pest in China ausgebrochen sei und sich allmählich nach dem Westen ausgebreitet hätte. Von Syrien und der Levante, wo sie gegen 1346 ausgebrochen ist, kam sie, wegen der engen Verbindung dieser Länder zu Lande und zur See mit dem Westen, nach kurzer Zeit nach Europa[1]). Dagegen brauchte jener unholde Gast um den Weg von Semirjetschie an der chinesischen Grenze bis nach Syrien zurückzulegen, wo die Verbindungen gering waren und nur zu Lande stattfinden konnten, volle 7—8 Jahre. Für die medicinische Wissenschaft dürfte dieses Factum nicht ohne Interesse sein.

Auch in der Grabinschrift № 44 findet sich eine historische Notiz, die ich aber leider nicht mit Sicherheit zu deuten verstehe. Diese Grabinschrift ist nämlich gewidmet dem Scholasticus San-Da-Jok, dem Knaben Pazak-Tekin und dem jungen Mädchen Mariam (Marie); nach Aufzählung der Namen der Verstorbenen kommt folgende Phrase vor, die ich oben übersetzt habe, aber ohne weitere Erklärung liess: ܒܘ ܐܘܓܟܘ ܡܘܣܘܪܡܢܐ ܠܝܟܛܐ ܐܘܠܕܝ. Diesen Satz transcribirt Hr. Acad. W. Radlow: بو اوچاكو موسورمانليكطا اولدى und übersetzt: «diese drei sind im Muhammedanismus gestorben». Wie ist dies zu verstehen? Soll damit gesagt sein, dass sie zum Islâm übergegangen und als Muhammedaner gestorben seien? Waren aber die Muhammedaner des Landes so tolerant, dass sie es gestatteten, ihre Glaubensgenossen auf einem christlichen Friedhof zu bestatten und noch obendrein ihren Grabstein mit einem Kreuze zu versehen? Waren denn jene Christen so tolerant, Apostaten eine Ruhestätte auf ihrem Friedhofe zu gönnen und einen, mit einem Kreuze geschmückten Grabstein auf ihr Grab zu legen? War jener, doch sicher theologisch gebildete, Scholasticus San-Da-Jok gezwungen worden, zusammen mit den beiden Kindern, die vielleicht seine Kinder waren, den Jslâm anzunehmen, wobei seine früheren Glaubensgenossen ihn, ungeachtet seiner Apostasie, in Berücksichtigung des Zwanges, noch immer als einen der Ihrigen angesehen haben? Viele der gebildeteren und toleranten Rabbinen des XVI. Jahrhunderts haben die Marranen, — d. h. die Juden, welche durch Zwang zum Christenthum übergegangen sind, aber in ihrem Herzen Juden blieben und im Geheimen, so weit es ihnen möglich war, die jüdischen religiösen Gebräuche beobachtet haben, — als Juden angesehen. Vielleicht haben jene Christen die Apostasie durch Zwang von einem ähnlichen Gesichtspunkte betrachtet.

---

1) Vgl. über diese Pest H. Haeser, Lehrbuch der Geschichte der Medicin und der epidemischen Krankheiten, III, p. 112 ff. der 3. Ausg. Jena, 1882.

Von den Grabinschriften der Gemeinde bei Tokmak sind mir nur wenige, № XXVII—XXXVII, bekannt und diese sind alle sehr kurz und undatirt. Der Schriftcharakter ist hier und da ein wenig verschieden von dem der Inschriften des Friedhofes bei Pischpek. Ein öffentlicher Lehrer, ܡܠܦܢܐ, Namens Usch'anâ und wahrscheinlich auch ein Scholasticus, Namens Kutuk, kommen in diesen Inschriften (№ XXXII und XXXV) vor. Auch in dieser Gemeinde scheint es an einem geistigen Leben nicht gefehlt zu haben. Eigenthümlich diesen Inschriften ist die Phrase ܒܝܬ ܢܝܚܬܐ, «Haus der Ruhe» (№ XXVII) statt des sonst immer gebrauchten ܗܢܘ ܩܒܪܐ, «Dieses ist das Grab».

Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, dass das oben entworfene Bild von dem geistigen und kirchlichen Leben der türkisch-christlichen Gemeinde in der Nähe von Pischpek auch für die anderen türkisch-christlichen Gemeinden jener Gegenden, von denen sich nichts erhalten hat, seine Geltung haben dürfte. In den Gemeinden aber, wo ein Metropolit oder ein Bischof lebte, mag das kirchliche Leben noch entwickelter gewesen sein als es dort der Fall war. Einen höheren Grad von Bildung werden wohl die Christen in China gehabt, da sie in einem Lande mit einer alten Cultur und einer reichen Literatur gelebt haben, von der sie offenbar, wie aus dem Denkmal von Singan-fu zu ersehen ist, beeinflusst wurden. Der Kampf, den sie da gegen den um sich greifenden Buddhismus zu führen hatten, mag auch ihr geistig-kirchliches Leben gehoben und gefördert haben.

Dass man bis jetzt auf dem Friedhofe bei Pischpek keine Grabinschriften aus der Zeit vor 1249 n. Chr. gefunden hat, mag Zufall sein und man wird noch vielleicht viele ältere Grabinschriften finden, wenn man die dort noch befindlichen Grabsteine wird näher untersucht haben. Dagegen ist es vielleicht kein Zufall, dass man bis jetzt keine Grabinschriften entdeckt hat, die jünger als 1345 sind; denn ich glaube, dass das Christenthum in West- und Ost-Turkestan, so wie auch im Norden von China gegen das Ende des XIV. Jahrhunderts zu existiren aufgehört hat. Oben (p. 106 ff.) ist vielfach auf die von Assemani mitgetheilten Nachrichten über Ernennungen von Metropoliten und Bischöfen für die ebengenannten Länder hingewiesen worden. Oben (p. 111 f.) ist ferner von der, ungefähr aus dem Jahre 1340 herstammenden Liste der nestorianischen Metropoliten die Rede gewesen, in der gleichfalls die Metropolitansitze in diesen Ländern erwähnt werden. Für die Zeit von 1340 bis gegen 1550 finden sich wohl noch einige Nachrichten über Ernennungen von Bischöfen gemeinschaftlich für Indien, China und Matschin, ܨܝܢ ܘܡܨܝܢ [1]), meistens aber nur für Indien und Matschin; da es aber, wie Assemani behauptet, bei den Nestorianern keine Titularbischöfe, d. h. keine Bischöfe in *partibus infidelium*, gab, so folgert derselbe, dass es noch im XVI. Jahrhundert Christen in China gab. Assemani theilt aber selbst (l. c., III, 2, p. 535 f.) Nachrichten von Europäern mit, welche dem zu widersprechen scheinen. Ich denke daher, dass jene gemeinschaftlich für Indien und Matschin ernannten Bischöfe allerdings keine Titularbischöfe waren, dass aber ihre Hauptbestimmung doch Indien war, wo es noch im

1) Unter Matschin versteht man Südchina.

XVI. Jahrhundert zahlreiche nastorianische Gemeinden gab[1]). Wie dem aber auch sei, jedenfalls weiss Assemani nichts zu berichten über Ernennung von Bischöfen für Chorassan, West- und Ostturkestan und Nordchina für die Zeit nach 1340 n. Chr. Ich glaube daher mit ziemlicher Sicherheit annehmen zu können, dass das Christenthum dort in der letzten Hälfte des XIV. Jahrhunderts allmählig verschwunden ist. Die Ursachen davon kann man wohl in folgenden Umständen suchen: 1) die Bekehrung der tatarisch-mongolischen Fürsten zum Islâm; 2) die Intoleranz der Muhammedaner, wovon die oben (p. 130) besprochene Bemerkung aus der Grabinschrift № 44 ein Echo sein mag; 3) die geringe Widerstandskraft der christlich-türkischen Bevölkerung gegen den starken Anprall des Muhammedanismus. Oben (p. 107) ist von einem Schreiben des Patriarchen Isch'û-Jahb (650—660) an den Metropoliten Schim'ûn von Ravardschir in Persien die Rede gewesen, worin dieser Patriarch sich bitter über die Christen in Merw und anderen Orten in Chorassan beklagt, dass sie bei der Eroberung dieser Provinz durch die Araber so wenig religiöse Festigkeit und Standhaftigkeit gezeigt, obgleich dieselben sonst Toleranz gegen Christen und Christenthum geübt hätten[2]). Diese Ursachen und vielleicht auch die in jenen Ländern während der Jahre 1338—39 wüthende Pest mögen dem Christenthum dort für viele Jahrhunderte den Todesstoss versetzt haben. Alles Gute, welches das Chrisentthum dort über sieben Jahrhunderte lang unter jenen wilden, barbarischen Völkern gestiftet hat, war wie mit einem Schwamme weggewischt und auf lange Zeit spurlos verschwunden. Nur die wenigen Grabsteine aus Semirjetschie legen uns ein beredtes Zeugniss ab von dem reichen christlichen Leben, welches in einem kleinen Winkel jener weit ausgedehnten, von zahlreichen Christen bewohnten Länder, geherrscht hat.

Zum Schlusse soll hier noch Einiges über die in diesen Inschriften vorkommenden Eigennamen gesagt werden. Diese zerfallen in drei Classen:

1) Solche, wie sie auch sonst von syrischen Christen in Westasien geführt wurden, d. h. biblische, rein syrische und dann auch solche, welche aus dem classischen Alterthum herstammen.

2) Reine türkische Namen, wie man sie auch sonst bei bekannten Türken-Völkern antrifft.

3) Zusammengesetzte Namen, bestehend aus einem Namen der ersten und einem der zweiten Classe, wie z. B. Jûchanan Basgu und mehrere andere dergleichen.

Die Eigennamen der ersten Classe sind, 1) männliche:

ܐܗܪܘܢ, Ahron, № 30, biblisch.

ܐܘܫܥܢܐ, Uschanâ, № XX und XXXII, syrisch.

ܐܠܝܐ, Ilja (Elias), biblisch, kommt sechs Mal vor.

---

1) S. Assem. III,1, p. 590 ff.

2) S. ib. III,1, p. 127 ff.

ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ, Alexandros, № XXII, kommt, so viel mir bekannt ist, bei Syrern sehr selten vor.

ܐܡܐ, Ama, № 66, wohl syrisch, wenigstens aramäisch; ܐܡܐ, Ema oder Emma kommt im Syrischen als Frauenname vor; vgl. Paine Smith, Thes., col. 222, s. v.

ܒܪ ܨܒܐ, Bar-Schabâ, № XXI, ist syrisch, kommt aber, glaube ich, sonst in der syrischen Literatur nicht vor. Der Name ܒܪ ܨܒܐ, Barsebia ist von dem Namen ܒܪ ܨܒܐ auch etymologisch ganz verschieden.

ܓܝܘܪܓܝ und ܓܝܒܪܓܝ, Ǵivarǵis (Georgios) kommt elf Mal vor und ist bei Syrern sehr verbreitet.

ܕܟܐ, Denchâ, № 75,2 und № 3, ist syrisch und kommt sehr häufig vor.

ܗܢܕܝ und ܗܢܕܘ, Hindu, № 50,9 und II, wohl syrisch, obgleich mir dieser Name als solcher nicht bekannt ist.

ܝܘܚܢܢ, Jûchanan (Johannes), bekannt, kommt in den Inschriften gegen zwanzig Mal vor.

ܝܠܕܐ, Jaldâ, № 97,1, ist syrisch und kommt, wenn auch selten, vor; vgl. P. Smith, l. c., col. 1595, s. v.

ܝܥܩܘܒ, J'akûb, № 97,1, biblisch nach syrischer Orthographie.

ܝܫܘܥ, Isch'û (= Jesus), № 16,1, 19 und 38,2, biblisch nach syrischer Aussprache.

ܝܫܘܥ, Ischûs, № 50,10, derselbe Name, aber theilweise nach griechischer Aussprache. Die Form ܝܫܘ kommt in der syrischen Literatur vor.

ܟܘܫܛܝ, Koschti, № 75,2, ist wohl nur eine Abkürzung und Corruption von Constantin. Die Russen kürzen diesen Namen auf dieselbe Weise ab.

ܢܝܩܘܠܝ, № 99,2. Die Lesung und Aussprache dieses Namens ist zweifelhaft; wahrscheinlich ist es eine Corruption von Nicolai; vgl. oben p. 33.

ܡܠܟܐ, Melîchâ, № 73, ist syrisch, aber mir als syrischer Eigennamen sonst unbekannt.

ܡܠܟܐ, Malkâ, № 3,2, ist gleichfalls syrisch, aber mir als Eigennamen sonst unbekannt. Im A. Test. kommt der Name מלכיה und im Talmud מלכיא vor.

ܡܣܟܘܬ, Mas-chût, № 1600, ist etymologisch aramäisch, aber als Eigennamen mir sonst unbekannt.

ܢܣܛܘܪܝܣ, Nestoris (Nestorius), № 49 und XXVIII.

[ܫܒܒ]ܝܫܘܥ, Sabbar-[Isch'û], № XX, syrisch, sehr häufig.

ܣܪܓܝ, Serǵis (Sergius); dieser Name kommt acht Mal vor. Syrer führen oft diesen Namen.

ܥܒܝܕܝܫܘܥ, 'Ebed-Isch'û № 74, syrisch, gleichfalls sehr häufig.

ܥܙܪܝܐ, 'Azarjâ, № 50,6, biblisch.

ܦܘܠܘܣ, Pulus (Paulus), № XVIII, biblisch.

ܦܛܪܘܣ, Petros, № 27 und 40,12, biblisch.

ܦܣܚܐ, Peṣ-châ, № 39, syrisch, entspricht dem, bei den Juden des Mittelalters und noch jetzt von ihnen gebrauchten Namen פסח und den christlichen Namen Pascasus, Pascasius, Pascasia, Pasqualina und dem modernen Pascal[1]).

ܨܘܡ, № XVIII, wie dieser Name ausgesprochen wird und ob er syrisch ist, kann ich nicht angeben. Die Wurzel ܨܘܡ kommt im Syrischen vor.

ܣܘܡܐ, Sûmâ[2]), kommt sieben Mal vor und ist bei Syrern sehr gewöhnlich.

ܣܡܟܐ, Ṣemchâ, № 75,2, syrisch und kommt, wenn auch nicht allzu oft, vor.

ܣܠܝܚܐ, Ṣelîvâ statt ܣܠܝܒܐ, Ṣelîbâ, № 38 (s. oben, p. 66), ist ein sehr häufig vorkommender syrischer Name.

ܩܘܪܩܘܣ, Kurikus (Kyriakos), № 14 (?) und 21, kommt, wie es mir scheint, bei Syrern selten vor.

ܥܠܝܐ, Scheliâ, № 60. Die Lesung dieses Namens ist unsicher. Derselbe kann syrisch sein.

ܥܠܝܚܐ, Schelîchâ, № 27 und 50,24, syrisch, kommt aber bei Syrern, wie ich glaube, selten vor.

Weibliche Eigennamen:

ܐܠܝܫܒܥ, Elischb'â, № 49,8 und ܐܠܥܨܒ, Elschb'â, № VII, biblisch, hebräisch אלישבע.

ܛܒܝܬܐ, Tabîthâ, № 99 und 48, aramäisch und biblisch. Apostelgesch. 9,36, wird dieser Name als gleichbedeutend mit Δορκάς erklärt, also gleich hebräisch צביה und arabisch ظبية.

ܛܐܒܘܬܐ, Taibûtâ, № 28,2, aramäisch.

ܝܘܠܝܐ, Julia, № 18.

ܝܘܠܝܛܐ, Julitta, № 50,11, kommt im Westen als Name einiger Heiligen vor.

ܟܘܫܬܢܝ, Kuschtanz, kommt neun Mal vor und ist sicher nur eine Corruption von Constantia.

ܡܥܪܦܪܐ, Maïfrah, № 16, 19,2, 27,1, 50,7 (hier ܡܥܪܦܪ) und XVI. Dieser Name ist sicher nicht türkisch, aber auch schwerlich syrisch, oder aramäisch. Nach der Endung auf ܐ (= ê) möchte man glauben, dass er arabischen Ursprungs sei; aber ein solcher arabischer Frauenname, für den man auch im Arabischen schwerlich eine passende Etymologie finden könnte, kommt, meines Wissens, unter den Arabern nicht vor.

---

1) Vgl. Clermont-Gameau (in Rev. arch. 1883), wo № 7 eine alte hebr. Inschrift mitgetheilt ist, welche lautet מרתא בת פצחי, Martha die Tochter des Pas-chai. In meiner russischen Ausgabe des Cor. Inscr. Hebr. ist diese Inschrift besprochen col. 509 f. und abgebildet № 210,a.

2) Ich transcribirte diesen Namen, nach dem Vorgange Assemanis, Ṣûmâ, die richtigere Aussprache ist aber Ṣaumâ.

ܡܪܝܡ, Mariam (Marie), kommt sechs Mal vor.

ܡܪܬܐ, Marthâ, № 5, 10, 50,3 und I, ist biblisch-aramäisch.

ܣܒܝܣ, Sebis, № 53,4, ob dieser Name syrisch ist, weiss ich nicht. Einen Stamm ܣܒܣ giebt es im Syrischen nicht, wohl aber ܣܒܣ und hebräisch שבץ.

ܦܒܪܘܢܝܐ, Febronia, № 50,8.

ܨܠܝܒܐ, Selîbâ, kommt als Frauenname vor № 49, VI und XI. An ersterer Stelle steht vor ܦܒܪܘ das weibliche Pron. ܗܕܝ, an der 2. ܗܕܐ ܗܝ und an der 3. gleichfalls ܗܕܐ ܗܝ und nach dem Namen folgt ܛܝܠܬܐ, statt ܛܠܝܬܐ; vgl. oben p. 13 und 38 zu № 3,4.

ܩܝܡܬܐ, Kejamtâ, № 98,1, 50,2 und 23, ist syrisch.

ܪܦܩܐ, Rafkâ = רבקה, biblisch nach der syrischen Vocalisation und Aussprache dieses Namens.

ܫܝܪܝܢ, Schirin, № 49,2, ein bekannter persischer Frauenname.

ܫܠܡܐ, Schelâmâ, № 49,6 und XIX, aramäisch, entspricht dem Sinne nach dem hebräischen שלומית.

Die türkischen Eigennamen theile ich hier die männlichen und weiblichen, die einfachen und zusammengesetzten in der Reihenfolge des syrischen Alphabets untereinander mit. Da Herr Akademiker W. Radlow die meisten dieser Eigennamen in der folgenden Beilage I. sprachlich behandeln wird und mir auch die Aussprache dieser Namen nicht überall genügend bekannt ist, beschränke ich mich darauf, diese Namen mit arabischen Buchstaben zu transcribiren — dabei ܓ = غ und ܦ = ڢ —, damit auch die Philologen, denen die syrische Schrift nicht geläufig ist, dieses Verzeichniss benutzen können. Diese Namen sind folgende:

ܐ

ܐܓܘܨܐܩ, اغوصاق, masc., № 34.

ܐܘܠܘܛܐܟܘ, اولوطاكو, masc., № 28,1.

ܐܘܨܠ ܛܐܪܝܡ, اوصك طاريم, masc., № 53,5.

ܐܘܪܘܓ, اوروغ, fem., № 50.

ܐܝܘܐܢܝܓ ܝܘܚܢܢ (?), ايوانيغ, masc., № 27,2, vgl. oben p. 57 f.

ܐܝܠܛܐܫ ܩܢܐ, ايلطاش قنا, masc., № 28.

ܐܝܛܐܪܝܡ, ايطاريم, fem., № 99,1.

ܐܝܠ ܦܫܓܐ, ايل پشغا, fem., № 17,2.

ܐܝܢܝܓܟܘ, ايمنغكو, masc., № 81. 27,2 und XXV.

ܐܝܬܐܓ, ايتاغ, masc., № VII.

ܐܟܦܐܫ, اكپاش, masc., № 38, Beiname eines Jûchanan.

ܐܠܐ ܟܘܝܙ, الا كويز, fem., № 31,1; vgl. unten Beilage II, Zusätze und Berichtigungen zu p. 64, № 35.

ܐܠܛܘܟ, الطوك, fem. № 11.

ܐܠܛܘܨ, الطوص, masc., № 75; Beiname eines Giwargis (Georgius).

ܐܢܝܫ ܚܛܐ, انيش حطا, fem., № VII.

ܐܩܫܐܩ, اقشاق, masc., № 53.

ܐܪܣܠܐܢ, ارسلان, masc., № 9 und 44,3.

ܐܪܣܠܐܢ ܛܘܢܓܐ, ارسلان طونغا, masc., № 11,4.

ܐܪܣܠܐܢ ܡܢܓ, ارسلان منغ, masc., № 8; vgl. ܟܘܛܠܘܟ.

ܒ

ܒܐܩ ܡܢܓܘ, باق منغو, masc., № III.
ܒܘܟܘܣ, بوكوس (?), masc., № 27,3.
ܒܝܟ, بيك, fem., № 15.
ܒܪܝܘܟ, بريوك (?), masc., № 52; vgl. oben p. 92 und unten ܝܘܟ, يوك.
ܒܫܓܘ, بشغو, masc., № 99,1. Beiname eines Jûchanan.

ܕ

ܕܘܠܝܛ, دوليط, № 49,9.

ܗ

ܗܐܢ ܐܫܐ, هان اشا, fem., № 50,1.

ܚ

ܚܪܝܐ, حريا (?), masc., № 27,3.

ܛ

ܛܐܒܓܐܨ, طابغاص, masc., № 3,1. Beiname eines Jûchanan.
ܛܐܝܫ ܡܝܢܓܟܘ, طايش مينغكو, fem., № 49,1.
ܛܐܟ ܐܪܣܠܐܢ, طاك ارسلان, masc., № 34.
ܛܐܟܝ, طاكى, masc., № 12,3.
ܛܐܦܐܫܐ, طاپاشا, fem., № 42,1.
ܛܐܪܝܡ. طاريم, masc., № 47,1.
ܛܐܫ ܝܘܓ, طاش يوغ, masc., № V.
ܛܐܬܐܝ, طاتاى, masc., № 44,7.
ܛܓܝܢ, طغين, masc., № 50,9; vgl. ܛܟܝܢ, طكين und ܝܘܠ ܛܓܝܢ, يول طغين.
ܛܘܙܘܢ (?) ܒܝܝ, طوزون بيبى, fem., № 97,1; vgl. oben p. 28, wo gesagt ist, dass die Lesung ܒܝܝ unsicher sei.
ܛܘܙ ܛܝܪܝܡ, طوز طيريم, fem., № 80,1.
ܟܐܛܘܢ —, كاطون —, fem., № 42.
ܛܪܝܡ —, طريم —, fem., № 47,5 u. 50,18.
ܛܘܢܓܐ, طونغا, masc., № 11,4; vgl. ܐܪܣܠܐܢ.
ܛܘܪܩ, طورق, fem., № 3,4.
ܛܝܪܝܡ ܡܬܝ, طيريم متى, Geschlecht unbestimmt, № 17,1.
ܛܟܝܢ, طكيى, masc., № 44, zusammengesetzt mit ܦܐܨܐܟ, پاصاك, und № XXXVII.
ܛܪܝܡ, طريم, fem., № 38,1.

ܝ

ܝܘܟ, يوك, masc., № 52; vgl. ܒܪܝܘܟ, بويرك.
ܝܘܠ ܛܓܝܢ, يول طغين, fem., № 40.
ܟܘܛܠܘܟ —, كوطلوك —, masc., № XXXVIII.
ܝܘܫܡܝܕ und ܝܘܫܡܝܕ, يوشمد und يوشميد, masc., № 75,1; 8; 11,3 (?); 16; 49,10; 50,9 u. 13 u. XII.

ܟ

ܟܐܛܘܢ (ܡܪܝܡ), كاطون, fem. № 65.
ܟܐܡܐܟ, كاماك, masc., № 53,3.
ܟܘܛܐܫ, كوطاش, masc. № XL.
ܟܘܛܘܟ, كوطوك, masc., № 97,4.
ܟܘܛܘܟ ܟܐܛܘܢ, كوطوك كاطون, fem. № 12.
ܟܘܛܘܪ ܛܐܪܝܡ, كوطور طاريم, fem. № 48,1.
ܟܘܛܠܘܟ, كوطلوك, fem., № 80; masc. № 24; 50,5 und XIX. Geschlecht unbestimmt № XXIX.
ܟܘܛܠܘܟ ܐܪܣܠܐܢ, كوطلوك ارسلان, masc., № 75 und 36.
ܟܘܛܠܘܟ ܐܫܐ, كوطلوك اشا, fem., № 19,1.
ܟܘܛܠܘܟ ܛܐܪܝܡ, كوطلوك طاريم, fem., № 50,15.
ܟܘܛܠܘܟ ܛܪܝܡ, كوطلوك طريم, fem., № 21.

ܟܘܛ ܛܓܝܢ ܦܓ, كوط طغن پغ, masc., № 34,2.
ܟܘܛܐܫܩ, كوطاشق, masc., № 27,4.
ܟܘܛܫܩ, كوطشق, masc., № 27,1.
ܟܘܡܘܫ, كوموش, fem., № XXIV.
ܟܘܡܪܘ, كومرو, fem., № 99,4.
ܟܘܨܩܐ, كوصقا, fem., № 99,4.
ܟܛܠܡ, كطلم, masc., № 34,3.
ܟܝܙ ܐܫܐ, كيز اشا, fem., № 27,2 und 38,3.
ܟܝܙ ܩܝܢܐ, كيز قينا, fem., № 31.
ܟܠܒܐ s. ܡܢܓܟܘ.
ܟܪܣܘܢܐ (?), كرسونا, masc., № 38,2; vgl. oben p. 68.

ܠ

ܠܐܘܐܪ, لاوار, masc., № XIV.

ܡ

ܡܐܟ ܐܫܐ, ماك اشا, masc. № 50,20.
ܡܓܠܓ ܛܓܝܢ, مغلغ طغين, masc., № 49,3.
ܡܝܢܓܘ . . ., مينغو . . ., masc., № 17.
ܡܢܓ, منغ, masc., № 8; vgl. ܐܪܣܠܢ und ܟܘܛܠܘܓ.
ܡܢܓܟܘ ܛܐܫ, منغكو طاش, masc., № 69.
ܡܢܓܘ ܛܐܫ, منغو طاش, masc., № 49.
ܡܢܓܟܘ ܟܠܒܐ fem. № 50,16.

ܢ

ܢܘܛܪ (?), نوتر, fem., № 97,4; vgl. oben p. 30.

ܣ

ܣܐܓܘܢ, ساغون, masc., № XVIII. Beiname eines Paulus.
ܣܐܢ ܕܐ ܝܘܟ, سان دا يوك, masc., № 44.
ܣܐܢ ܕܪ ܝܘܟܐܪ, سان در يوك الك, masc., № 45.
ܣܐܢܛܩ, سانطق, masc., № 49,11.
ܣܐܢܣܝܙ, سانسيز, masc., № X.
ܣܝܣܪ, سيسر, masc., № 50,18.

ܦ

ܦܐܓ ܡܢܓܟܘ, پاغ منغكو, masc., № 84.
ܦܐܨܐܩ, پاصاق, fem., № 46; 50,4 und IX.
ܦܐܨܐܩ ܛܓܝܢ, پاصاق طغين, masc., № 44.
ܦܘܠܕܝ ܨܐܟ, پولدى صاك, masc., № 50,21.
ܦܘܣܠܝܪ, پوسلير, masc., № 97,3.
ܦܨܐܟ. پصاق. fem. III,1.

ܨ

ܨܙܘܫ, صزوش, masc., № 52.
ܨܝܐܡܪܛ, صيامرط, masc., № 3,5. Beiname des Chorepiscops Jûchanan.
ܨܝܨܐܓܐ, صيصاجا, fem. (?), № 75,3. S. unten Beilage II, Zusätze u. Berichtigungen.

ܩ

ܩܘܨܐ, قوصا, masc., № 34,1.

ܫ

ܫܐܕܝ ܦܓ, شادى پغ, masc., № 34,2.
ܫܝܪܐܡܘܢ, شيرامون, masc., № IV.

BEILAGE I.

Das türkische Sprachmaterial der im Gebiete von Semirjetschie aufgefundenen syrischen Grabinschriften von W. Radloff.

Ausser den in den syrischen Grabinschriften vorkommenden einzelnen türkischen Wörtern und Eigennamen, finden sich in denselben folgende von mir entzifferte türkische Sätze und zusammenhängende türkische Inschriften.

Ich führe dieselben mit der Bezeichnung des Herrn Chwolson auf und setze die ursprüngliche Zahlbezeichnung in Klammern.

89 (119) vom Jahre 1589 (=1278).

1)	ܣܐܟܝܫ	сакыш	die Zahl
2)	ܡܝܢܓ ܦܝܫ ܝܘܙ ܣܩܣܐܢ	мiң пäш jӱз сäксäн	tausend fünfhundert achtzig
3)	ܬܘܩܘܙ ܐܪܕܝ ܦܐܪܣ ܝܝܠܝ	токуз äрдi парс jылы	und neun war es, das Tiger-Jahr.
4)	ܦܐܓ	пäг	des Beg
5)	ܢܝܢܓ ܐܘܓܠܝ ܡܢܓܘ ܬܫ	ның оҕлы Мäңӱтäш	Sohn Mengudesch
6)			
7)			
8)	ܦܘܠܙܘ [1]	ползу	möge er sein.

97 (137) vom Jahre 1597 (=1286).

2)	ܝܝܠܝ ܬܘܪܟܫܐ ܐܝܬ ܬܘܪ	jылы тӱркшä iт тур	das Jahr ist türkisch der Hund

---

1) Die letzte Zeile ist vielleicht zu lesen: ܒܘܠܙܘܢ ܒܡܪܢ ܒܝܘܡܐ ܡܠܟܘܬܗ ܐܡܝܢ, «Er möge sei bei unserm Herrn am Tage Seiner Herrschaft (od. Seines Reiches), amen!». *D. Chw.*

3)	ܟܘܢ	кӱн	an Tagen
4)	ܝܐܫ ܟܘܙܝ ܐܪܝܡܝܫ	jаш кӧзі äрiмiш	jung ist sein Auge geschmolzen.

11,3 (160) vom Jahre 1611 (=1300).

3)	ܣܝܟܐܢ ܝܝܠ	сычкан jыл	das Mause-Jahr
4)	ܐܪܕܝ ܐܕܪܢܝܢܓ ܟܒ	äрдi Адарның 22	des Adar-Monats 22
5)	ܟܘܢ ܐܪܕܝ	кӱн äрдi	Tag war
6)	ܐܘܠܕܝ	öлдi	er starb
11)	ܝܐܕ ܦܘܠܣܘܢ	jат полсун	sein Andenken möge sein.

19,1 (104) vom Jahre 1619 (=1308).

8)	ܝܐܕ ܦܘܠܣܘܢ	jат полсун	sein Andenken möge sein.

21 (150) vom Jahre 1621 (=1310).

1)	ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ ܟ	Александрос Кан-	Alexandros dem Chane
2)	ܣܐܩܝܫ ܡܝ ܟܐ	сакыш (мі) ка	die Zahl[1])
3)	ܡܝܢܓ ܐܠܬܝ ܝܘܙ	мiң алты jӱз	tausend sechshundert
4)	ܝܝܓܝܪܡܝ ܦܝܪ	jiгiрмi пiр	ein und zwanzig
5)	ܐܪܕܝ ܬܘܪܟܟܐ	äрдi тӱркчä	war, auf türkisch
6)	ܝܝܠ ܐܝܬ ܐܪܕܝ	jыл iт äрдi	das Hunde-Jahr war
7)	ܦܘ ܩܒܪܐ	пу кабра	dieses Grab
8)	ܩܘܬܐܫ ܝܡܝܬ	Куташ jмiт	des Kutasch des . . . .
9)	ܐܘܓܠܢܢܝܢܓ ܬܘܪܘܪ ܝܐܕ ܦܘܠܣܘܢ	оҕланның турур jат полсун	Knaben ist es, sein Andenken möge sein.

28 (125) vom Jahre 1628 (=1317).

1)	ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ	Александрос	Alexandros
2)	ܟܐܢ ܣܐܩܝܫܐ ܡܝܢܓ	Кан сакыш(ч)а мiң	Chan nach der Zahl tausend
3)	ܐܠܬܝ ܝܘܙ ܝܝܓܝܪܡܝ	алты jӱз jiгiрмi	sechshundert zwanzig
4)	ܣܟܝܙ ܐܪܕܝ	сäкiз äрдi	und acht war
5)	ܬܘܪܟܟܐ ܝܝܠ ܝܘܢܬ	тӱркчä jыл jонт	auf türkisch das Pferdejahr

1) Mi ist der Anfang des Wortes мiң, das aber wegen einer Furche im Steine abgebrochen, ka (Dativ-Endung von Kan).

6)	ܐܪܕܝ	äрді	war es
7)	ܗܘ ܩܒܪܐ	пу кабра	dieses Grab
8)	ܐܠܛܐܫ ܩܫܐ ܕܝܢܝܢ ܛܘܪܘܪ	Älтäш кашаның турур	des Priesters Äldäsch ist
9)	ܝܐܬ ܦܘܠܙܘܢ	јат ползун	sein Andenken möge sein.

34,2 (193) vom Jahre 1634 (=1323).

1)	ܣܐܟܫ ܡܝܢܝܢ ܐܠܛܝ ܡܐܘ ܐܘܛܘܙ ܛܘܪܛ	сакыш мің алты јӱз отуз тӧрт	die Zahl tausend sechshundert vierunddreissig
2)	ܐܪܕܝ ܛܘܪܟܝܐ ܝܠܐ ܛܘܢܘܙ	äрді тӱркчä јыл тоңуз	war, auf türkisch das Schweinejahr.
3)	ܐܪܕܝ ܟܘܬ ܬܓܝܢ ܒܝܓ	äрді Кут-тäгін-пäг	es war Kut Tegin Begs
4)	ܐܘܓܠܝ ܫܐܕܝ ܒܝܓ	оҕлы Шады-пäг	Sohn Schady Beg
5)	ܝܬܡܝܫ ܣܟܝܙ ܝܐ	јäтміш сäгіз ја-	acht und siebzig Jahr
6)	ܫܝܢ ܛܐ ܟܘܪܝܠܛܝ	шынта кырылты	alt kam er um,
7)	ܝܐܬ ܦܘܠܣܘܢ	јат полсун	sein Andenken sei!

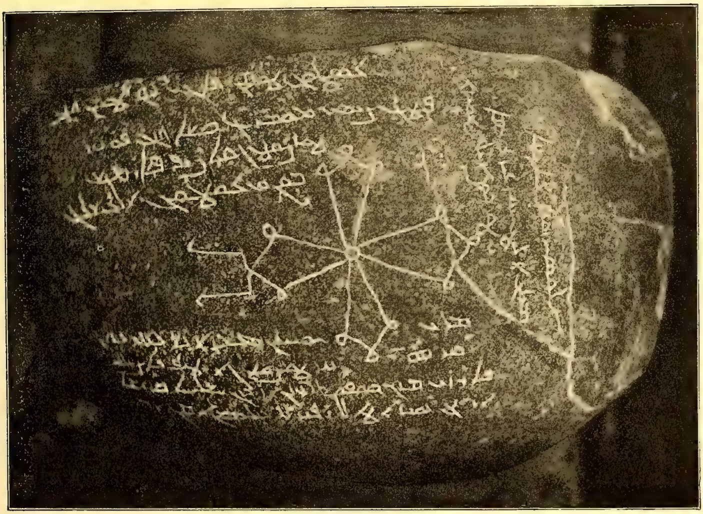
44 vom Jahre 1644 (=1333).

10)	ܦܘ ܐܘܨܐܝܘ ܡܘܣܘܪܡܐܢ ܠܝܟܠܛܐ ܐܘܠܕܝ	пу ӱчäгӱ мусурманлыкта ӧлді	diese drei im Muhammedanismus sind gestorben.

48,4 (39) vom Jahre 1648 (=1337).

1)	ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ ܟܐܢ ܣܐܟܫ	Александрос кан сакыш	Alexander der Chan Zahl
2)	ܡܝܢܝܢ ܐܠܛܝ ܡܐܘ ܟܝܪܟ ܣܐܟܝܙ ܐܪܕܝ	мің алты јӱз кырк сäкіз äрді	tausend sechshundert achtundvierzig
3)	ܛܘܪܟܝܐ ܝܠܐ ܐܘܛ ܐܪܕܝ	тӱркчä јыл ут äрді	türkisch das Stierjahr war es
4)	ܬܐܓ ܐܪܣܠܐܢ ܕܝܢܝܢ ܐܪܕܝ ܩܒܪܐ	Таҕ-арсланның äрді кабра	des Tag Arslan Grab war es
5)	ܦܘ ܝܝܪ ܛܘܪܘܕܝܢ ܐܪܨܝܦ	пу јäр тӱчӱдін äрчіп	von dieser Erd-Oberfläche (?) vorüber-
6)	ܟܐܨܝܦ ܦܐܪܙܝ ܐܪܝܢ ܦܫܝܣܝ	кäчіп парзы арыҕ пашчысы	ziehend gehe er, der Heilige sein Führer
7)	ܦܘܠܣܘܢ ܝܐܬ ܦܘܠܣܘܢ	полсун јат полсун	möge sein, sein Andenken sei!
8)	ܐܡܝܢ ܐܡܝܢ	амін амін.	Amen! Amen!

48,5 (XXII) vom Jahre 1648 (=1337).



1)	ܐܠܟܣܢܕܪܘܣ ܟܐܢ ܣܐܩܝܫ	Александрос kан сакыш	Alexandros Chan die Zahl
2)	ܡܝܢܓ ܐܠܬܝ ܝܘܙ ܟܝܪܩ ܣܐܟܝܙ	мiң алты jӯз kырk сäкiз	tausend sechshundert achtundvierzig
3)	ܐܪܕܝ ܛܘܪܟܐ ܝܝܠ ܐܘܬ	äрдi тӯркчä jыл ут	war es, türkisch das Stierjahr
4)	ܩܘܬܠܘܓ ܛܘܡܐܢ ܒܐܓܝ ܝܘܢܬܘܙ ܦܐܟ	кутлуҕ тӯмäн пäгi Јунтуз Пäк	des glücklichen Tümen Begs Jundus Beg.
5)	ܦܘܬܓܐܪܓܝܣܝ ܡܘܡܪܝܓ ܟܐܫܐ ܦܐܟ ܦܘ ܝܐܪ	пӯтгäрчiсi Мӯмрiг Каша пäк пу jäр	Glaubens-Verbreiter (?) Mümrig Kascha Beg als er von dieser Erde
6)	ܛܘܢܓܘܕܝܢ ܟܐܓܝܦ ܦܐܪܡܝܫ	тӯнчӯдiн кäчiп пармыш	Oberfläche(?) davon gezogen
7)	ܟܘܢܝ ܩܘܬܠܘܓ ܐܠܩܝܫܠܝܓ	кӯнi kутлуҕ алкышлыҕ	der Tag glücklich und gesegnet
8)	(ܦ)ܘ(ܠܣܘܢ)	полсун	möge sein!
9)	ܡܪܝ ܝܘܚܢܢ ܡܪܝܡ ܐܢܐܠܐܪܝܢ	марi Јуканан Марjа аналарын	mit dem Herrn Jûchannan und seiner Mutter Maria

10) ܐܘܙ ܦܘ ܝܐܪ ܛܘܢܟܝܕܝܢ ܐܘܛܘܦ ܟܐܟܝܦ	öз пу jäр тӳнчідін ӧтӳп кäчіп	selbst von dieser Erd-Oberfläche fortziehend
11) ܦܐܪܙܝ ܡܐܢܓܘ ܫܟܠܐ[ܪ]ܓ ܐܪܝܓ ܫܠܐ ܩܘܫܐ	парзы мäңӳ шакла(р)ҕ(а) арыг (шла куша)	möge er gehen in Ewigkeit heilig . . . .
12) ܐܪܝܓ ܝܘܢܐ ܐܬܐܠܐܪ ܦܝܪܠܐ ܩܐܠܣܘܢ ܐܡܝܢ ܐܡܝܢ	арыг Јона аталар пірlä калсун амін амін	mit dem heiligen Vater Jona möge er bleiben. Amen, Amen.

VII (158) vom Jahre.

1) ܐܝܛܐܓܢܝܢܓ ܟܝܙܝ	Аітаҕнынң кызы	des Aitag Tochter
2) ܐܢܝܫ ܩܬܐ	ÄнішКата	Änisch Kata
3) ܐܡܝܬܐ ܣܩܘܠܙܝ	амыта сакулзы	die Seele möge genesen.

Ehe ich zur näheren Betrachtung des Sprachmaterials dieser Inschriften übergehe, liegt es mir ob, meine hier hinzugefügte Transcription zu begründen, d. h. auseinanderzusetzen in wie weit der lautliche Werth der in den Inschriften befindlichen Buchstaben sich mit Wahrscheinlichkeit bestimmen lässt.

Die grösste Schwierigkeit bereitet die Wiedergabe der Vocale, da das syrische Alphabet selbstverständlich nur drei Vocalzeichen ܐ ܘ ܝ bieten kann. Glücklicherweise wird diese Aufgabe dadurch erleichtert, dass alle Türksprachen ein sehr regelmässig ausgebildetes Vocalsystem aufweisen, das in Folge der Gesetze der Vocalharmonie sich in bestimmter Weise gliedert. In allen Dialekten, in denen nicht die Verschiebung der ganzen Vocalscala stattgefunden hat, und dies ist nur in den westlichen Dialekten der Fall und auch hier nur später als im XIV Jahrhundert, wie uns der gut vocalisirte Codex Comanicus beweist, finden wir 8 Grundvocale, vier gutturale Vocale a, o, ы, y und vier palatale ä, ö, i, ӳ und wir sind berechtigt anzunehmen, dass auch diese Vocale in der Sprache der alten Türken von Semirjetschie bestanden haben. Daran kann uns auch der Umstand nicht hindern, dass die heutigen mittelasiatischen Dialekte an Stelle von ы und i nur ein i aufweisen, das als mittlerer Vocal sowohl mit gutturalen wie auch mit palatalen Vocalen erscheint, da, wie ich in meiner Phonetik dargethan, diese Verschmelzung einer neueren Epoche angehört. Für die Richtigkeit dieser unserer Hypothese finden wir auch Spuren in der syrischen Graphik unserer Inschriften.

Die Vocale a und ä werden zwar meist durch ܐ wiedergegeben oder gar nicht bezeichnet. Es zeigt sich aber ein verschiedenartiges Schwanken in der Vocalbezeichnung, welches deutlich darauf hinweist, dass die Schreiber der türkischen Worte sich bemüht haben, beide Vocale auseinander zu halten.

a wird im Anlaute der Wörter stets nur durch ܐ bezeichnet, z. B. ܐܟܦܐܫ акпаш (38 Z. 8) ܐܢܐܠܐܪܝܢ аналарын (48,5 Z. 9) ܐܪܝܓ арыг (48,5 Z. 11, 12) ܐܠܬܘܢ алтун (48 Z. 5) ܐܪܣܠܐܢ арслан (9 Z. 5). Im Inlaute wird es entweder durch ܐ bezeichnet (z. B. ܐܪܣܠܐܢ арслан

(75 Z. 5; 9 Z. 5; 11,4 Z. 5; 34 Z. 5) ܝܐܫ jaш (97 Z. 4) ܝܐܛ jaт (19,1 Z. 8; 34,2 Z. 7; 28 Z. 9) oder es wird ausgelassen: ܛܒܫܩܢ табышкан (тавышкан) (50,16 Z. 4) ܛܒܫܩܐܢ тавшкан (50,17; 50,19; 50,20). Im Auslaute endlich wird es stets durch ܐ bezeichnet: ܟܘܓܐ Коча (34 Z. 6) ܐܡܝܬܐ амыта (VII,3).

Das ä wird nun ganz in derselben Weise ausgedrückt, wir finden aber im Anlaute ä auch durch ܐܝ wiedergegeben. ܐܝܪܕܝ äрдi (11,3 Z. 4, 5 und an vielen anderen Stellen) ܐܝܪܓܝܢ äрчiн (48,4 Z. 5) aber ܐܠܦܫܩܐ äл-пашка (von einem anderen Volke 17,2 Z. 4) äлтäм ܐܠܬܐܡ äлтäм (der Stammgenosse 28 Z. 8). Im Uigurischen wird äl Volk ebenfalls und , von den Karaimen der Krym איל und אל, in der Dschagataischen Schriftsprache ايل und ال geschrieben. Ebenso im Inlaute z. B. ܦܐܪ нäр (84 Z. 3) ܦܪ (34,2 Z. 3) ܦܝܪ пäр (48,5 Z. 4) ebenso ܦܝܫ пäш (89 Z. 2) ܝܝܪ jäр (48,5 Z. 2, 8). Alle diese Wörter werden im Uigurischen und , und , und geschrieben, ebenso im Dschagataischen بيك und بك, بيش und بش.

ы und i werden in den Stammsilben stets durch ܝ wiedergegeben, auch meist in den folgenden Silben und ein Auslassen muss als Unachtsamkeit des Verfertigers der Inschrift aufgefasst werden; nur an zwei Stellen finden sich Spuren, dass die Wiedergabe des gutturalen ы erstrebt wurde. Dies ist im Worte ܟܘܪܠܕܝ кырылды (34,2 Z. 6) und in ܐܢܐܠܐܪܘܢ аналарын (48,5 Z. 9), wo die Schreiber ы durch y und iy wiedergegeben haben. (Im Codex Comanicus wird das ы an mehreren Stellen fehlerhaft durch das lateinische u wiedergegeben).

o, y, ö, ӯ werden meist durch ܘ ausgedrückt und die Schreiber machen natürlich keinen Versuch o(ö) und y(ӯ) zu unterscheiden. Wohl aber zeigen sich Spuren des Bestrebens die Laute o(y) und ö(ӯ) auseinanderzuhalten, indem ö(ӯ) durch ܘܝ bezeichnet wird z. B. ܟܘܙܝ кöзi (97 Z. 4) ܟܘܢ кӯн (97 Z. 3) ܝܘܙ jӯз (28 Z. 3). Ganz in ähnlicher Weise werden im Kudathu-Bilik die labiopalatalen Vocale bezeichnet , , , , und diese Art der Bezeichnung wird auch in der mongolischen Orthographie angewendet.

Ausserdem ist zu bemerken, dass auch versucht wird die Scheidung der gutturalen und palatalen Vocale durch Anwendung verschiedener gutturaler Consonanten ܩ ܟ (ܓ)[1] genauer zu fixiren, wenn auch diese Art der Bezeichnung nicht streng durchgeführt ist. Dass im Dialekte von Semirjetschie strenge Gesetze der Vocalharmonie geherrscht haben, dafür sprechen unzweifelhafte Spuren, wenn es uns auch nicht möglich ist die in allen Türksprachen streng durchgeführte Palatalattraction nachweisen zu können (dieselbe lässt uns die eben angedeutete Differenzirung der gutturalen Consonanten nur ahnen), so finden wir doch sehr deutliche Zeichen für den Einfluss der Labialattraction z. B. ܦܘܠܣܘܢ полсун

1) Ich glaube, dass das ܓ ein von den Syrern selbstständig erfundener, dem türkischen k entsprechender Buchstabe ist; es wäre doch auffällig, wenn man ein ܓ dem arabischen Alphabete entlehnt hätte um das k zu bezeichnen, da ja in der von den Türken angewendeten Orthographie das arabische ك dem к und ق dem k entspricht.

11,3 Z. 11; 34,2 Z. 7) ܛܘܢܨܘܛܝܢ тӱнчӱдін (48,5 Z. 6, 10; 48,4 Z. 5) ܐܘܪܘܓ уруӄ (50) ܛܘܢܨܘܙ (34 Z. 4) ܟܘܛܠܘܓ кутлуг (48,5 Z. 4, 7) ܐܘܛܘܙ отуз (34,2 Z. 1).

Zuletzt ist noch zu erwähnen, dass auch in der Sprache von Semirjetschie y und ӱ selbstständig in gewissen Affixsilben erscheinen vrgl. ܐܘܨܐܓܘ ӱчӓгӱ (44 Z. 10) ܐܠܛܘܢ алтун (48 Z. 5) ܟܐܛܘܢ катун (42 Z. 6) ܡܢܝܢܘ мӓӊӱ (17 Z. 6). Dieselbe Erscheinung finden wir in den alten Dialekten (im Uigurischen und Seldschukischen) und ferner in der Schrift beibehalten im Dschagataischen und Osmanischen. Die nähere Begründung für die Vocalbezeichnung jedes Wortes geben wir in der Folge im Wörterverzeichniss.

Die in unseren Texten auftretenden Consonanten sind ܦ (п) ܒ (б) ܛ (т) ܕ (д) ܣ (с) (з) ܫ (ш) ܟ ܟ (k к) ܓ (ӄ г) ܡ (м) ܢ (н) ܪ (р) ܠ (л l) ܝ (j).

Das häufige Auftreten des ܒ bei Gutturalvocalen und des ܟ bei Palatalvocalen beweist uns, dass auch im Dialekte von Semirjetschie eine Differenzirung der Laute der hinteren Zunge stattgefunden; dass das hintergutturale k einen scharf ausgeprägten Klang gehabt haben muss, beweist uns die Einführung eines eigenen, dem syrischen Alphabete fremden Buchstaben ܟ, der durchgängig nur k vertritt. Wenn dieser Buchstabe auch einige Male für к auftritt, so ist das wohl als Versehen des Verfertigers der betreffenden Inschriften aufzufassen.

Ausser ܝ (j) und dem sonoren ܡ (м) treffen wir im Anlaute nur tonlose Geräuschlaute, von Explosivlauten den Labial ܦ (п), den Vorderlingual ܛ (т), die Hinterlingualen ܒ ܟ ܟ (k, к), von vorderlingualen Spiranten ܫ (ш) ܣ (с) (siehe das Wörterverzeichniss).

Im Auslaute treten ausser den tonlosen Geräuschlauten ܦ (п) z. B. ܟܐܨܝܦ кӓчіп (48,5 Z. 5, 10; 48,4 Z. 6) ܐܘܛܝܦ ӧтіп (48,5 Z. 10) ܛ (т) z. B. ܐܝܛ іт (97 Z. 2) ܐܘܛ ут (48,5 Z. 2) ܟܘܛ кут (34,2 Z. 3) ܝܐܛ jат (28 Z. 9) ܟ (k) z. B. ܟܝܪܟ кырk (48,5 Z. 2) ܦܐܨܐܟ пачak (46 Z. 6) noch ܫ (ш) z. B. ܦܝܫ пӓш (119 Z. 2) ܝܐܫ jаш (97 Z. 4) auf. Neben diesen tonlosen Geräuschlauten finden wir im Auslaute auch tönende vorder- und hinterlinguale Explosivlaute ܕ (д) nur im Worte ܐܘܕ уд (8 mal) [während ܐܘܛ zweimal vorkommt] ܓ (ӄ, г) z. B. ܦܝܓ пӓг (48,5 Z. 4) ܟܘܛܠܘܓ кутлуӄ (48,5 Z. 7) ܐܠܟܝܫܠܘܓ алкышлыӄ (48,5 Z. 7) ܐܪܝܓ арыг (48,5 Z. 12) ܛܐܓ таӄ (34 Z. 5). Von den vorderlingualen Spiranten der zweiten Reihe treffen wir im Auslaute nur den dem tonlosen с entsprechenden tönenden Laut ܙ (з) ܛܘܢܨܘܙ тоӊуз (34 Z. 4) ܣܐܟܝܙ сӓкіз (48,4 Z. 2) ܟܝܙ кыз (27,2 Z. 5) ܟܘܙ кӧз (35 Z. 5). ܣ (с) im Auslaute findet sich nur im Doppelconsonanten ܪܣ рс ܦܐܪܣ парс (13 Z. 4) aber auch anstatt рс findet sich ܪܙ рз ܦܐܪܙ парз (38 Z. 5); diese letztere Schreibweise ist gewiss nur durch das in anderen Wörtern meist im Auslaute auftretende з veranlasst.

Von sonoren Consonanten erscheinen im Auslaute ܢܓ (ӊ) ܢ (н) ܠ (л) ܪ (р).

Im Inlaute erscheinen alle obenangeführten Consonanten; ob aber hier die Aussprache sich mit den Schriftzeichen stets deckt, ist sehr zweifelhaft; dies geht schon aus einzelnen Schwankungen in der Schreibweise der wenigen Wörter unserer Texte hervor. So finden wir z. B. ܟܘܪܝܠܛܝ кырылты (34,2 Z. 6) während stets ܐܪܕܝ ӓрді und ܦܠܕܝ (50,21) ferner ܦܘܠܣܘܢ полсун (11,3 Z. 4), aber ܦܘܠܙܘܢ ползун (28 Z. 9). Da wir gesehen haben, dass im Dialekte von Semirjetschie

im Anlaute nur tonlose Explosivlaute auftreten und im Auslaute nur eine Erweichung der Gutturalen eintritt (über die Erweichung des т im уд = ут werde ich später sprechen), dass sich also das Consonanten-System des An- und Auslautes dieses Dialektes fast ganz auf dem Standpunkte der Abakan-Dialekte befindet, so hätte die Annahme, dass auch die Consonanten im Inlaute den Inlautsconsonanten des Abakan-Dialekts entsprechen, viel Wahrscheinlichkeit für sich. Wäre diese Voraussetzung richtig, so hätten wir anzunehmen 1) dass im Inlaute stets tönende Explosivlaute auftreten, wenn Consonanten des Auslautes des Stammes oder des Anlautes des Affixes durch die Agglutination in den Inlaut zwischen Vocale treten, 2) dass tonlose Explosivlaute zwischen Vocalen nur als Gemination erscheinen z. B. jетті «sieben», еккі «zwei», 3) dass Consonanten-Verbindungen wie лт z. B. алты nur in unzerlegbaren Stämmen auftreten. Dem widersprechen aber durchaus unsere Texte, die vorherrschend im Inlaute tonlose Consonanten aufweisen z. B. ܛܘܢܨܘܛܝܢ тӱнчӱтін (47,5 Z. 6, 10). Nun finden wir zwar in mittelasiatischen Dialekten und im Komanischen wie auch im Osmanischen, dass die durch Agglutination in den Inlaut tretenden c und k tonlos bleiben, uns ist aber kein einziger türkischer Dialekt bekannt, in dem т im Anlaute des Affixes, wenn es an Vocale oder sonore Consonante gefügt wird, tonlos bliebe. Die Annahme, dass eine solche Erscheinung gerade eine specifische Eigenthümlichkeit für die alten Dialekte von Semirjetschie wäre, scheint uns mehr als gewagt, da ja das an р und л tretende Affix ті (ді) überall den tönenden Anlaut zeigt wie z. B. ܐܪܕܝ äр-ді, ܐܘܠܕܝ öлді, ܦܘܠܕܝ полды (die einzige Ausnahme bildet das oben schon erwähnte ܟܘܪܝܠܛܝ (кырылты). Ich bin daher überzeugt, dass den Verfertigern unserer Inschriften ein Verständniss für das Consonanten-System ihres Dialektes abging, und dass das Auftreten der tonlosen Consonanten im Inlaute in vielen Fällen als ein Versehen des Schreibers aufgefasst werden muss. Wer jemals Texte nach dem Diktat von Altajern oder der Abakan-Tataren aufgeschrieben hat, der hat erfahren wie schwierig es ist hier die Scheidung zwischen tonlosen und tönenden Explosivlauten aufzufassen, ehe man sich in das System eingelebt hat. Es werden nämlich in der fortlaufenden Rede auch die tonlosen An- und Auslaute mehr oder weniger erweicht, wenn verschiedene aufeinander folgende Wörter in ein näheres Verhältniss treten, so dass Wörter wie кат und паш in der Rede кат-ҕат-кад-ҕад und паш-баш-паж-баж lauten. Es war daher sehr praktisch und den türkischen Lautgesetzen entsprechend, wenn die Uiguren (ebenso wie die Deutschen bei der vorderlingualen Spirans s verfuhren) in ihrem Alphabete die tönenden und tonlosen Geräuschlaute mit demselben Zeichen bezeichneten; nur so wurde das Wortbild nicht durch die verschiedenen Stellungen der Wörter verwischt und entstellt. In derselben Weise ist Herr Jakowleff bei der Einführung des russischen Alphabetes bei den Tschuwaschen verfahren, was den Tschuwaschen das richtige Lesen in hohem Maasse erleichtert hat.

Trotzdem ich nun der Meinung bin, dass das Consonanten-System des Inlautes im Dialekte von Semirjetschie gewiss dem der Abakan-Dialekte sehr nahe stand, und die Erweichung der tonlosen Consonanten durch die Stellung geregelt wurde, habe ich dennoch in der Umschreibung streng die syrischen Buchstaben übertragen, ohne dadurch den wahren

Lautwerth dieser Zeichen ausdrücken zu wollen, es lag eben zu wenig sprachliches Material vor, um die aufgestellte Hypothese begründen zu können. Alles, was unsere Texte bieten, sind ja nur Einritzungen in zum grössten Theil harte, unebene Feldsteine, bei deren Abfassung der Verfertiger der Grabschrift leicht aus technischen Gründen den einen oder anderen Buchstaben gebrauchen konnte, und ausserdem ist es uns ganz unbekannt, ob die syrische Schrift auch im schriftlichen Verkehr in der türkischen Sprache angewendet wurde, ob sich daher eine nur irgend wie bestimmt geregelte Orthographie entwickeln konnte und ob endlich Türken oder Syrer diese Inschriften verfasst haben.

Herr Korsch spricht in seiner Abhandlung über das türkische Sprachmaterial der uns vorliegenden syrischen Inschriften[1]) die Ansicht aus, dass im Anlaute der türkischen Wörter vielleicht stets nur tonlose ܦ geschrieben wurden, um das tönende б zu bezeichnen, weil das ܒ zur genaueren Bezeichnung des der syrischen Schrift fehlenden в benutzt wurde. Einen Beweis für eine solche Annahme findet er in der verschiedenen Schreibweise der türkischen Bezeichnung für «Hase» die in unseren Inschriften ܛܦܫܩܢ (38,2 Z. 6), ܛܦܫܩܐܢ (50,17, 50,19, 50,20), ܛܦܫܩܐܢ (50,22), ܛܦܝܫܩܢ (50,16, 50,18), ܛܦܝܫܩܐܢ (50,24), ܛܘܫܩܢ (50,21) geschrieben wird. Dieses Wort hat sich in den Süddialekten und in Mittellasien bis jetzt erhalten, im Osmanli lautet es тавшан, im Tarantschi-Dialekte тошкан. Das älteste türkische Denkmal das dieses Wort enthält, ist die Chronologie Albirûni's, der dieses Wort تفشخان schreibt; in den türkischen Glossen zu Samachschari's-Lexicon unserer Universitätsbibliothek wird dieses Wort تقوشغان geschrieben, bei Ulu-Bek طوشقان und in älteren Dschagataiwerken طاوشغان. Wir sehen also hier alle Glieder der Schwächungsreihe eines labialen Consonanten, wie ich in meiner Phonetik an verschiedenen Beispielen nachgewiesen habe: тапышкан (=таѳышкан), табышкан, тавышкан, (тавушкан), тавшкан, таушкан, тошкан, und es unterliegt wohl keinem Zweifel dass (trotz des mongolischen таолаі) in diesem Worte ursprünglich ein labialer Explosivlaut gesprochen wurde. Nun war im Dialekte von Semirjetschie im XIV. Jahrhundert dieses б entweder nur mundartlich in в übergegangen, oder die Schreiber suchten das dem syrischen Alphabete fehlende в auf verschiedene Weise zu bezeichnen. Eine ähnliche Schreibweise finden wir in Kudatku-Bilik, wo ܩܦܦܪ̈ neben ܩܦܘܪ̈, ܩܦܦܪ neben ܩܦܘܪ gebraucht werden. Wir finden in unseren Inschriften noch ein Wort, in dem wahrscheinlich ein в durch ܦ wiedergegeben wird, dies ist das Wort ܛܦܓܐܓ (3,1 Z. 4), das offenbar тавҕач gesprochen wurde, denn пҕ oder бҕ ist eine den Lautgesetzen aller Türkdialekte fremde Consonantenverbindung für diese Aussprache spricht auch die arabische Transscription تافغاج, die sich auf Münzen der Ilike findet. Uigurisch lautet dieses Wort noch тапкач ܛܦܩܐܓ. Die Anwendung des ܒ für в konnte somit auf keinen Fall die Türken von Semirjetschie veranlassen б durch ܦ wiederzugeben.

---

1) Ѳ. Е. Коршъ, О турецкомъ языкѣ семирѣчанскихъ надгробныхъ надписей. Дрѣвности Восточныя | труды:| Вост. Ком. Имп. Моск. Общ., Т. I, В. I, Москва 1889, pag. 69.

Das in der Inschrift VII, Z. 3 auftretende ܣܩܘܠܙܝ сакулзы veranlasst Herrn Korsch anzunehmen, dass im alten Türkdialekte von Semirjetschie anstatt eines д der anderen Dialekte eine interdentale Affricata auftrete, welche ein neues Mittelglied für die Schwächungsreihe д-з-j [wie wir sie in адак (Uig.), азак (Abak.), ajak (übrige Dialekte) finden] bildet. Dass ein solches Mittelglied bestanden habe, dafür schiene auch die Orthographie des Rabghusi اذاق zu sprechen[1]). Das angeführte Beispiel kann nicht mit der Schwächungsreihe д-з-j zusammengestellt werden, da das sich allmählich zu j abschwächende д nur am Ende der Stammsilbe auftritt, und nur in einer ganz bestimmten Reihe von Wörtern, während сакулзы = сакулды in сакул-+-ды zu zerlegen ist, und з also im Anlaute des Affixes steht. Ausserdem ist aber сакулзы nicht Imperfect, das in anderen Dialekten einem сакулды entspräche, sondern das Affix зы ist die Endung des Imperativs der dritten Person, und entspricht dem uigurischen су, also сакулзы heisst «sie möge gesunden». Diese Endung tritt in unseren Inschriften drei mal auf in ܦܪܙܝ парзы (48,5 Z. 11) und in ܦܘܠܙܘ ползу (79). Im Kudatku wird diese dritte Person der Imperativs durch drei Endungen gebildet [illegible] парзу, [illegible] парзун und [illegible] парзуны, in unseren Texten durch zwei Endungen ܩܠܣܘܢ калсун (48,5 Z. 12) und ܒܘܠܙܘ болзу.

Wollen wir nun die Dialektgruppe bestimmen, zu der die Sprache der alten Türken von Semirjetschie gehört, so müssen wir zuerst die phonetischen Eigenthümlichkeiten dieser Sprache, so weit es das spärliche Material der Inschriften erlaubt, mit den lautlichen Eigenthümlichkeiten der uns bekannten alten Türkdialekte vergleichen. Dergleichen alte Dialekte kennen wir drei: 1) einen Ostdialekt: die Sprache der Uiguren (von dieser liegt uns ein umfangreiches Schriftdenkmal das Kudatku-Bilik vor, 2) einen Westdialekt: die Sprache der Komanen (die wir aus dem Codex Comanicus kennen), 3) einen Süddialekt: die Sprache der Seldschuken (von der wir Sprachproben in den sogenannten seldschukischen Versen besitzen). Diese drei Schriftdenkmäler sind alle in einem einheitlichen Dialekte geschrieben und die beiden letzteren stammen fast aus der Zeit der Abfassung unserer Inschriften, das Kudatku ist aber einige Jahrhunderte älter. Die dshagataische Schriftsprache, obgleich ihre ältesten Schriftdenkmäler etwa nur ein und ein halbes Jahrhundert später verfasst sind als unsere Inschriften, kann nicht zur Vergleichung herbeigezogen werden, da sie eine Litteratursprache ist, die sich aus den uigurischen Schriftdenkmälern künstlich entwickelt hat und zwar als Litteratursprache sehr verschiedener Dialekte, in der sich überall nur Spuren der gesprochenen

1) Pag. 71 tadelt Herr Korsch, dass ich in meiner Phonetik § 278 (nicht § 379) und § 246 das interdentale ϑ als tonlos bezeichne; die meisten Baschkiren, die ich beobachtet habe, sprachen кыϑ oder кызы, es schien mir aber als ob einige Individuen кыϑы gesprochen hätten, daher fügte ich hinzu: «mundartlich scheint auch ϑ für z aufzutreten». Das in § 246 für c auftretende ϑ (= h) ist sicher eine tonlose interdentale Spirante. Ob aber ϑ in кыϑы der dem ϑ entsprechende tönende Laut ist, kann nur durch Beobachtung an lebenden Individuen, aber nicht durch Folgerungen wie: «man kann sich schwer vostellen» (трудно себѣ представить) nachgewiesen werden.

Sprache der Autoren nachweisen lassen. Ich habe dies näher in meiner Einleitung zu der Untersuchung der Jarlyke der Toktamysch und Temir-Kutlug begründet[1]).

Die uigurische Sprache bietet, ebenso wie die heutigen Ostdialekte, im Auslaute nur die tonlosen Explosivlaute п, т, k, к, während in der Sprache der Komanen, gerade wie in den heutigen Westdialekten im Auslaute fast ausschliesslich die tonlosen k, к und т auftreten, aber von Labialen ausnahmslos das tönende б erscheint. Im Seldschukischen erscheinen im Anlaute die tönenden Explosivlaute б, д, г und nur das tonlose hintergutturale k; an Stelle des б tritt aber schon in einigen Fällen die Spirante в auf, ganz in derselben Weise wie in allen heutigen Süddialekten. Schon diese eine Erscheinung giebt uns die Berechtigung den alten Dialekt von Semirjetschie zu den Ostdialekten zu rechnen. Für die Zugehörigkeit dieses Dialektes zu den alten Ostdialekten spricht ferner noch der Auslaut des in den Inschriften mehrmals auftretenden Wortes يوت ут يود уд (vergleiche das Wörterverzeichniss), das zu denjenigen Wörtern gehört, die im Uigurischen auf т auslauten = ـمك (Uig.), Altaisch yi «Kuh», Tarantschi-Dial. yi, «Ochs». Im Babernameh ist mir dasselbe Wort mehrmals aufgestossen z. B. p. 181 und 404 und zwar in der Form اوى. Wenn die Dschagataische Schriftsprache neben اوى auch das Wort اوط kennt, und zwar als Jahresbezeichnung im Thiercyclus, so ist dies ein Schriftwort, das mit vielen anderen wie z. B. ايزكو = ـمكرم aus den uigurischen Büchern in die Litteratursprache übergegangen ist. Es ist aber nicht anzunehmen, dass dieses Wort durch den Einfluss der Schriftsprache auch den christlichen Türken, die offenbar die arabische oder uigurische Schrift gar nicht kannten, überkommen ist, da die Texte unserer Inschriften keine Spuren solches litterarischen Einflusses zeigen. Von den heutigen Dialekten bietet т (д) in Auslaute der Stammsilbe gewisser Wörter nur das Sojonische, während die Dialekte der Schor- und Abakan-Türken anstatt dieses т überall ein с (з) haben. Aus dem Umstande, dass das Wort يود 5 mal auftritt, während يوت nur einmal sich findet und ausserdem in allen übrigen Fällen, selbst in dem aus dem Persischen entlehnten Worte ياد = ياذ im Auslaute der tonlose Explosivlaut sich findet, möchte ich schliessen, dass der Auslaut des Wortes ут mit einem eigenthümlichen T-laut gesprochen wurde (vielleicht der interdentale tonlose Laut, den ich in meiner Phonetik durch ϑ bezeichne, oder ein ihm entsprechender tönender Laut ð). Dafür spricht auch der Umstand, dass in den entsprechenden Wörtern im Rabghusi ein ذ sich findet z. B. اوذ, اذاق, ايذكو (= uig. ـمك, ـمكنر, ـمكرم).

Ist diese unsere Voraussetzung richtig, so würden wir in ihr schon Spuren einer Scheidung der alten Ostdialekte erkennen. Deutlicher zeigt sich uns diese Scheidung, wenn wir die Auslautsconsonanten des Dialekts von Semirjetschie überhaupt mit den Auslautsconsonanten des Uigurischen vergleichen. Während nämlich die Sprache der Uiguren gerade wie der heutige Dialekt der Altajer und Teleuten im Auslaute nur tonlose Geräuschlaute bietet wie k, к, п, т, с, ш, finden wir im Dialekte von Semirjetschie an Stelle des с stets з und an

2) Ярлыки Токтамыша и Темир-Кутлуга: Зап. Вост. Отд. Имп. Археолог. Общ., т. III, вып. I, стр. 1—3.

Stelle des k, к in einer ganzen Reihe von Wörtern tönende Hinterlinguale, die durch ܓ bezeichnet werden. Und zwar findet dies in denselben Wörtern statt, die im Sojonischen und in den Abakan-Dialekten г̄ statt k und к aufweisen z. B. ܛܐܓ = таг̄ (Soj., Schor., Abak.), ܦܝܓ ܦܐܓ = пäг̄ (Soj., Schor., Abak.), ܐܘܪܘܓ = уруг̄ (Abak.), ܐܪܝܓ = арыг̄ (Schor., Abak.), ܐܠܝܓܝܫܛܝܓ = алҕыстыг̄ (Abak.), алҕыштыг̄ (Schor.), ܟܘܛܠܘܓ кутлуг̄.

Wir können nach dieser Vergleichung also annehmen, dass im XIV. Jhr. im westlichen Theile der Ostdialekte eine theilweise Erweichung der auslautenden hinterlingualen Explosivlaute und dem vorderlingualen Spiranten eingetreten war. Das Consonanten-System des Dialektes von Semirjetschie wie auch die Bezeichnung eines eigenthümlichen interdentalen T-Lautes in dem im östlichen Turkistan, im Jahre 710 der H. verfassten Rabghuzi, das auch ursprünglich in einer dem Uigurischen sehr nahe stehenden Sprache geschrieben ist, deuten darauf hin, dass die dshagataische Schriftsprache sich gerade im westlichen Theile der älteren Ostdialekte zu bilden begann und dass sie hier auch die lautlichen Eigenthümlichkeiten dieser Dialekte in sich aufgenommen hat. Da die Adjectiva bildende Endung лык in allen alten Dialekten auftritt, so wollen wir gerade diese Endung als charakteristisch für die Dialekt-Scheidung aufführen:

ALTE DIALEKTE.

OST-DIALEKTE.		Süd-Dialekte.	West-Dialekte.
Uigur.	Semir.	Seldsch.	Koman.
лык	лыҕ	лу (лӯ ?)	лы

NEUE DIALEKTE.

Tarantshi und Mittelasien.	Abak., Schor., Soj.	Altai., Tel., Bar.	West- und Süd-Dialekte.
lik	лыг̄	лӯ	лы

Nach dieser Betrachtung der lautlichen Erscheinungen des Dialektes von Semirjetschie will ich zu der Zusammenstellung des in unseren Inschriften vorhandenen Sprachmaterials übergehen und dasselbe alphabetisch anordnen. In dieses Verzeichniss nehme ich nur diejenigen Eigennamen auf, deren Bedeutung offenbar ist. Bei jedem Worte werde ich die entsprechenden Wörter des Kudatku-Bilik, des Rabghusi, des Codex Comanicus und der Seldschukischen Verse in Klammern hinzufügen.

A

ai [(Uig.), آی (Rbg.), ai (Kom. Seld.)] der Mond, der Monat; in Eigennamen: Ai-гäрiм (91,1 Z. 3), Ai-мäңӯ (81 Z. 6), Ai-таӷ, VII.

ak [(Uig.), آق (Rbg.), ak (Kom. Seld.)] weiss; im Eigennamen: Ak-паш (38 Z. 8).

ана [(Uig.), انا (Rbg.), ана (Kom.)] die Mutter, аналарын (48,5 Z. 4).

арыӷ [(Uig.), اريغ (Rbg.), ару (Seld.), ары (Kom.)] rein, heilig; арыг (48,4 Z. 6; 48,5 Z. 11), арыӷ (48,5 Z. 12).

арслан [(Uig.), ارسلان (Rbg.), арслан (Kom.)] der Löwe; in Eigennamen: Кутлуӷ-Арслан (75 Z. 5), Арслан (9 Z. 5), Арслан Тӧңä (11,4 Z. 5), Таӷ Арслан (34 Z. 5); (48,4 Z. 4).

алкышлыӷ [(Uig.), الغيشليغ (Rbg.), алӷышлы (Kom.)] gesegnet, алкышлыг (48,5 Z. 7).

алты [(Uig.), التى (Rbg.), алты (Kom.)] sechs, алты (28 Z. 3; 34,2 Z. 1; 48,4 Z. 2; 48,5 Z. 2).

алтун [(Uig.), التون (Rbg.)], алтын (Kom.)] Gold; im Eigennamen: Алтун (11 Z. 5).

ата [(Uig.), اتا (Rbg.), ата (Kom. Seld.)] der Vater, аталар (48,5 Z. 12).

Ä

äр (v) [(Uig.), ايرماك (Rbg.), ä (Kom. Seld.)] sein, äрдi (11,3 Z. 4, 5; 28 Z. 4, 6; 34,2 Z. 3; 48,4 Z. 3, 4; 48,5 Z. 3).

äрi (v) schmelzen, äрiмiш (97 Z. 4).

äрч(i) (v) vorübergehen äрчiп (48,4 Z. 5).

äl [(Uig.), ايل (Rbg.), äl (Kom.)] das Volk, der Stamm im Eigennamen: Äl-пашӷа (von einem andern Volke) (17,2 Z. 4).

äлтäш Landsmann, Stammgenosse, im Eigennamen: Äлтäш (28 Z. 8).

O

оӷ(у)л [(Uig.), اوغل (Rbg.), оӷыл, овул, оул (Kom.) оӷул Seld.] der Sohn, оӷлы (34,2 Z. 4), оӷлы (89 Z. 5).

оҕлан [[illegible] (Uig. اوغلان (Rbg.)] der Knabe ܐܘܓܠܢܢܝܢܓ оҕланның (21 Z. 9, p. 139).
отуз [[illegible] (Uig.), اوتوز (Rbg.), отуз (Kom.)] dreissig, ܐܘܬܘܙ отуз (34,2 Z. 1).

Ō

öl (v) [[illegible] (Uig.), اولك (Rbg.), öl (Kom. Seld.)] sterben ܐܘܠܕܝ ölдi (11,3 Z. 6; 44 Z. 10).
öт (v) [[illegible] (Uig.), اوتمك (Rbg.), öт (Kom. Seld.)] hindurchgehen ܐܘܬܝܦ öтiп (48,5 Z. 10).
öз [[illegible] (Uig.), اوز (Rbg.), öз (Kom. Seld.)] selbst ܐܘܙ öз (48,5 Z. 10).

I

iт [[illegible] (Uig.), ايت (Rbg.), iт (Kom. Seld.)] der Hund ܐܝܬ iт (97 Z. 2).

Y

уї [[illegible] (Uig.), اود (Rbg.), yi (Alt-Tar.)] der Ochs ܐܘܝ (48,5 Z. 2), ܐܘܝ (65 Z. 3; 48 Z. 3; 48,1 Z. 4; 48,2 Z. 4; 48,3 Z. 4; 48,4 Z. 3; 48,5 Z. 3).

Ÿ

ӱчӓгӱ [[illegible] (Uig.), اوجاكو (Rbg.)] alle drei ܐܘܝܓܘ ӱчӓгӱ (44 Z. 10).

K

kан [[illegible], [illegible] (Uig.) kан (Kom.)] der Chan ܟܐܢ (21 Z. 1; 28 Z. 2; 48,4 Z. 1; 48,5 Z. 1).
kал (v) [[illegible] (Uig.), قالمق (Rbg.), kал (Kom. Seld.)] bleiben ܩܠܣܘܢ kалсун (48,5 Z. 12).
kатун [[illegible] (Uig.), خاتون (Rbg.), kатын (Kom.)], ܩܐܬܘܢ kатун (65 Z. 5), ܟܐܬܘܢ (42 Z. 6). 42,3 Z. 4).
koi [[illegible] (Uig.), قوى (Rbg.), koi (Kom.)] das Schaf ܟܘܝ (42,1 Z. 4; 42,2 Z. 4; 42,3 Z. 4;
koџа (= pers. خواجه) Herr. Eigenname ܟܘܓܐ (34,1 Z. 6).
kырыл [[illegible] (Uig.)] umkommen ܟܘܪܝܠܬܝ kырылты (34,2 Z. 6).
kырk [[illegible] (Uig.), قيرق (Rbg.), kырk (Kom.)] vierzig ܟܪܩ (48,4 Z. 2; 48,5 Z. 2).
kыз [[illegible] (Uig.), قيز (Rbg.), kыз (Kom. Seld.)] das Mädchen, die Tochter ܐܫܐ ܟܙ Кыз-аша

(27,2 Z. 5; 38,3 Z. 6), [illegible] Кыз-кінä (31 Z. 4), [illegible] Аітаҕның кызы (VII).

кут [[illegible] (Uig.)] das Glück, in Eigennamen: [illegible] кут тäгін пäг (34,2 Z. 3), [illegible] Кутшак = Кутчак glückliche Zeit (27,1 Z. 6).

кутлуҕ [[illegible] (Uig.), قويلوغ (Rbg.)] glücklich [illegible] (48,5 Z. 4, 7), in Eigennamen: [illegible] Кутлуҕ арслан (75 Z. 5); [illegible] (36 Z. 4), [illegible] Кутлуҕ (80 Z. 3), [illegible] Кутлуҕ-аша (19,1 Z. 7), [illegible] (XIX Z. 4), [illegible] Кутлуҕ тäрім (21 Z. 4), [illegible] Јол Кутлуҕ (XXXIII), [illegible] Кутлуҕ пäг (53 Z. 6).

кутуҕ [[illegible] (Uig.), قودوغ (Rbg.)] der Brunnen, in Eigennamen: [illegible] (97,4 Z 6), [illegible] (XXXV Z. 2).

К

кäч (v) [[illegible] (Uig.), كيچماك (Rbg.), кäч (Kom.), гäч (Seld).] vorübergehen [illegible] кäчіп (48,5 Z. 6, 10), [illegible] кäчіп (48,4 Z. 6).

кöз [[illegible] (Uig.), كوز (Rbg.), кöз (Kom.), гöз (Seld.)] das Auge [illegible] кöзі (97 Z. 4), in Eigennamen: [illegible] Ала-кöз (35,1 Z. 5).

кӱн [[illegible] (Uig.), كون (Rbg.), кӱн (Kom.) гӱн (Seld.)] der Tag [illegible] кӱн (97 Z. 3), [illegible] (11,3 Z. 5), [illegible] кӱні (48,5 Z. 7).

кӱмӱш [[illegible] (Uig.), كوموش (Rbg.), кӱмӱш (Kom.)] das Silber [illegible] Кӱмӱш (XXIV).

J

јат (= pers. ياد) Gedächtniss [illegible] (19,1 Z. 8; 34,2 Z. 7; 28 Z. 9; 48,4 Z. 7).

јаш [[illegible] (Uig.), ياش (Rbg.), јаш (Kom.)] das Lebensjahr [illegible] јашынта (34,2 Z. 5).

јаш [[illegible] (Uig.), ياش (Rbg.), јаш (Kom.)] jung [illegible] јаш (97 Z. 4).

јäр [[illegible] (Uig.), يير (Rbg.), јäр (Kom.)] die Erde [illegible] (48,5 Z. 5, 10; 48,4 Z. 5).

јäтміш [[illegible] јäтміш ييتميش (Rbg.), јäтміш (Kom.)] siebenzig [illegible] јäтміш (34,2 Z. 5).

јігірмі [[illegible] (Uig.), јігірмä (Kom.)] zwanzig [illegible] (28 Z. 3).

јонт [[illegible] (Uig.), Alb.: يونت Ulu-Beg, يوند] das Pferd [illegible] (28 Z. 5; 41 Z. 4; 41,1 Z. 4).

јол [[illegible] (Uig.), يول (Rbg.), јол (Kom. Seld.)] der Weg [illegible] Јол тäгін (40 Z. 4), [illegible] Јол кутлуҕ (XXXIII).

jыл [ܥܝܠ (Uig.), ييل (Rbg.), jыл (Kom. Seld.)] das Jahr ܝܠܐ (28,3; 34,2 Z. 2), ܝܠܐ (48,4 Z. 3; 48,5 Z. 3), ܝܠܝ jылы (97 Z. 2).

jылан [ܥܝܠܝܢ (Uig.), ييلان (Rbg.), jылан (Kom.)] die Schlange ܝܠܢ jылан (28,1 Z. 4; 28,2 Z. 3); ܝܠܢ (52 Z. 4), ܐܝܠܢ ылан (40,1 Z. 4; 40,2 Z. 4).

jӱз [ܥܘܙ (Uig.), يوز (Rbg.), jӱз (Kom. Seld.)] hundert ܝܘܙ jӱз (21 Z. 3; 34,2 Z. 1; 48,4 Z. 2; 48,5 Z. 2; 89 Z. 2), ܝܘܙ jӱз (28 Z. 3).

Л

лӯ (Alb.: لو Ulu-Beg لوى) der Drache ܠܘܘ (3 Z. 1; 3,3 Z. 3; 3,4 Z. 3; 3,5 Z. 3; 27 Z. 3), ܠܘܘܠܘ (27,1 Z. 3), ܠܘܘ (27,2 Z. 4).

Т

такаку das Huhn ܬܐܟܐܩܘ такаку (44 Z. 3).

таҕ [ܛܐܓ (Uig.), تاغ (Rbg.), тау (Kom.), даҕ (Seld.)] der Berg, im Eigennamen ܬܐܓ ܐܪܣܠܢ Таҕ-Арслан der Berglöwe (34 Z. 5).

тавҕач [ܛܐܦܓܐܓ (Uig.), تافغاچ (Münzen der Ilik Chane)] vortrefflich, im Eigennamen ܬܐܦܓܐܓ Тавҕач (3,1 Z. 4).

тавышкан (Alberum. تفشخان, Samachschari. تڤوشغان) der Hase ܬܒܫܟܢ (50,16 Z. 4, 18), ܬܒܫܟܢ 50,24), ܬܒܫܟܢ (38,2 Z. 6), ܬܒܫܟܢ (50,17; 50,19; 50,20), ܬܘܫܟܢ (50,21), ܬܒܫܟܢ (50,22).

тäш [ܛܐܫ (Uig.), تاش (Rbg.), таш (Kom.), даш (Seld.)] der Stein, im Eigennamen ܬܐܫ ܝܘܓ Таш jуҕ (№ V).

тöңä [ܛܘܢܓܐ (Uig.)], gross, in Eigennamen: ܐܪܣܠܢ ܬܘܢܓܐ Арслан тöңä (11,4 Z. 5).

тоңуз [ܛܘܢܘܙ (Uig.), تونكوز (Rbg.), тоңуз (Kom.)] das Schwein ܬܘܢܓܘܙ (34 Z. 4; 34,2 Z. 2; 46 Z. 4).

тур (v) stehen, sein ܬܘܪ тур (97 Z. 2), ܬܘܪܘܪ турур (28 Z. 8).

тöрт [ܛܘܪܬ (Uig.)] vier ܬܘܪܬ (34,2 Z. 1).

тӱрк [ܛܘܪܟ (Uig.)] Türke, türkisch ܬܘܪܟܝܐ тӱркчä (28 Z. 5; 34,2 Z. 2; 48,4 Z. 3; 48,5 Z. 3), ܬܘܪܟܫܐ тӱркшä (тӱркчä) (97 Z. 2).

тӱнчтӱч Oberfläche (?) [illegible] jäр тӱнчӱтін (48,5 Z. 10), [illegible] jäр тӱчӱдін (48,4 Z. 5).

тӱзӱн [[illegible] (Uig.), توزون (Rbg.), дӱз (Seld.)] gleichmässig, im Eigennamen [illegible] Тӱзӱн Majы (97,1 Z. 3).

тӱмäн [[illegible] (Uig.), تومان (Rbg.)] zehntausend. Distrikt. [illegible] Тӱман näri Distriktchef (48,5 Z. 4).

Ч

чак (шак) [[illegible] (Uig.), چاق (Rbg.), Zai [illegible] (?) чакларыҕа (шакларҕа) (48,5 Z. 11), im Eigennamen [illegible] Полды-чак die Zeit ist gekommen (50,21).

С

сакыш [[illegible] (Uig.)], die Zahl [illegible] (48,5 Z. 1; 34,2 Z. 1; 48,4 Z. 1), [illegible] сакыша (= сакышча) (28 Z. 2).

сакул (v) [[illegible] (Uig.)], genesen [illegible] сакулзы (VII).

сычкан die Maus [illegible] сычкан (47,2 Z. 6), [illegible] (47 Z. 4; 47,1 Z. 4).

сäкіз [[illegible] (Uig.), سكيز (Rbg.), сäкіз (Kom.)] acht [illegible] (28 Z. 4) [illegible] (48,4 Z. 2), [illegible] (48,5 Z. 2).

Ш

шаh (pers. شاه) Fürst, im Eigennamen [illegible] шаh мälік (78 Z. 4).

П

пар (v) [[illegible] (Uig.)] gehen [illegible] пармыш (48,5 Z. 6), [illegible] парзы (48,5 Z. 11).

парс (парз) [[illegible] (Uig.), der Tiger [illegible] парз (38,1 Z. 4), [illegible] парс (13 Z. 4).

паш [[illegible] (Uig.), баш (Kom.)] der Kopf, im Eigennamen [illegible] Ak-паш Weisskopf (38 Z. 8).

пашка (пашҕа) [[illegible] (Uig.), بلشغه (Rbg.), башка (Kom.)] anders, im Eigennamen [illegible] Äl-пашка (von einem anderen Stamme (17,2 Z. 4).

пашчы [[illegible] (Uig.)] der Führer [illegible] пашчысы (48,4 Z. 6).

пäг [[illegible] (Uig.)] Herr, Fürst. [illegible] тӱмäн näri der Beg eines Distrikts (48,5 Z. 4),

dann im Eigennamen ܡܢܓܘ ܦܐܓ Пäг мäнгÿ (84 Z. 3) ܦܓ ܬܓܝܢ ܩܘܬ Кут-тäгін-пäг (34,2 Z. 3) ܦܓ ܬܘܙ ܝܘܢ Јунтуз пäг (48,5 Z. 4).

пäш [[Uigurisch] (Uig.) бäш (Kom.)] fünf ܦܫ (89,2).

пол [[Uigurisch] (Uig.), бол (Kom.), ол (Seld.)] sein, werden ܦܘܠܣܘܢ полсун (11,3 Z. 11, 34,2 Z. 7; 19,1 Z. 8; 48,4 Z. 7; 48,5 Z. 8), ܦܘܠܙܘܢ ползун (28 Z. 9), ܦܘܠܙܘ ползу (89 Z. 8), im Eigennamen ܦܘܠܕܝܐܟ Полды-чак (50,21).

пірлä [[Uigurisch] (Uig.)] mit ܦܝܪܠܐ пірлä (48,5 Z. 12).

пічін (Alb. بيچين Ulubeg بيچين) der Affe ܦܝܓܝܢ (8 Z. 3; 19,1 Z. 5; 19,2 Z. 6; 19,3 Z. 3; 38 Z. 4; 42,4 Z. 3).

пу [[Uigurisch] (Uig.)] dieser ܦܘ (28 Z. 7; 44 Z. 10; 48,4 Z. 5; 48,5 Z. 5, 8).

пука [[Uigurisch] (Uig.)] der Stier, im Eigennamen ܦܘܩܐ (53,2 Z. 6).

пÿтгäрчі [يوتكارمك Rbg.] eine Geistliche Würde (Glaubensverbreiter), ܦܘܬܓܪܓܝܣܝ пÿтгäрчісі (48,5 Z. 5).

M

мäңÿ [[Uigurisch] (Uig.), مينكو (Rbg.), мäңі (Kom.)] ewig, im Eigennamen ܐܝܡܢܓܘ Аі-мäңгÿ (81 Z. 6), ܡܢܓܘ Мäңÿ (17 Z. 6), ܡܢܓܘ ܓܩܠܪܓܐ Мäңкÿ чакларҕа für ewige Zeiten (48,5 Z. 11), ܡܢܓܘ ܬܐܡ Мäңÿ-тäш geführte für die Ewigkeit (69 Z. 4).

мің [[Uigurisch] (Uig.), مينك (Rbg.), мің (Kom.)] tausend ܡܝܢܓ (28 Z. 2; 34,2 Z. 1; 48,4 Z. 2; 58,5 Z. 1).

мусурманлык das Muselmanenthum ܡܘܣܘܪܡܢܠܝܩܬܐ Мусурманлыкта (44 Z. 11).

Von den hier angeführten Wörtern müssen folgende als nur mit dem Uigurischen übereinstimmend d. h. als osttürkisch bezeichnet werden: ут (уд) «der Stier»; јонт «das Pferd»; тавҕач «vortrefflich»; тöңä «gross, erhaben». Alle diese Wörter habe ich nur im Kudath Bilik angetroffen. Das Wort пÿтгäрчі kann ich nur mit dem allein im Rabghusi auftretenden Verbum يوتكارمك in Zusammenhang bringen. Als specifisch osttürkisch muss ich auch das Zeitwort äр «sein» bezeichnen, denn es kommt ganz allein im Kudathu Bilik und im Rabghusi in allen Verbalformen vor. In dem Dshagataischen sind nur sehr wenige Formen ايردی, ايرور und selten ايركان übergegangen, wechseln aber in allen in der Dshagataisprache geschriebenen Büchern selbst in den ältesten, wie im Nevai mit ايدی und ايكان ab, was darauf hindeutet, dass die letzteren Formen die von Mir-Ali-Schir in der Rede angewendete Formen waren. Wenn wir in unseren Texten nun zwar allein die Form ܐܪܕܝ antreffen (was bei der geringen Anzahl und dem gleichmässigen

Inhalte der Texte sehr verständlich ist) so dürfen wir doch nicht annehmen, dass diese Form aus der Dshagataischen Schriftsprache zu den Türken von Semirjetschie gedrungen ist.

Von grammatischen Formen als mit den specifisch Uigurischen Formen übereinstimmend zu bezeichnen sind: die dritte Person des Präsens des Hülfsverb тур, die im Kudathu Bilik vorherrschend турур und seltener тур lautet, ursere Texte bieten einmal тур, einmal турур. In Bezug auf die letztere Form ist zu bemerken, dass sie auch in die dshagataische Schriftsprache übergegangen ist. Als ganz allein im Uigusischen auftretende Verbalform ist aber die dritte Person des Imperativs зы — зу zu bezeichnen die wir dreimal in unseren Tetxen antreffen, in парсы, сакулзы und in ползы.

Alle übrigen grammatischen Formen stimmen ausnahmslos mit den uigurischen Formen überein, wenn wir sie auch nicht als specifisch Uigurisch bezeichnen können, da sie auch in anderen Nord-Dialekten anzutreffen sind. Hier möge eine Uebersicht dieser grammatischen Formen folgen:

I. Wortbildende Affixe.

1) Zur Bildung von Substantiven:

ыш — in алкыш, сакыш
н — in тӱзӱн
ка — in пашка (пашҕа)
чы — in пашчы
лык — in мусурманлык
таш — in мäңгӱтäш, ältäш.

2) Zur Bildung von Adjectiven:

ыҕ — in арыг (uigur.: арык)
лыҕ — in алкышлыҕ, кутлуҕ (uigur.: алҕышлык, кутлук).
äгӱ — in ӱчäгӱ.

3) Zur Bildung von Zeitwörtern:

л — in кырыл.

II. Formale Affixe.

1) Deklinations-Endungen

a) ohne Personalaffixe:

пың — in Адарның (11,3 Z. 4), Таҕ-арслан ның (48,4 Z. 4), Аітаҕның (4 Z. 1)
ҕа — in чакларҕа
та — in мусурманлыкта
чä — in тӱркчä, сакышча
лар — in аталар.

b) mit Personalaffixen:

ы — in jылы, пäгі, кӱні, кӧзі, оӈлы, kызы
сы — in пӱткäрчісі, пашчысы
ын — in аналарын
ында — in jашынта
ӱдін — in jäр тӱчӱтін.

2) Conjugations-Endungen:

ді (ты) — in äрді, ӧlді, полды, kырылты
ур — in турур
мыш — in пармыш, äріміш
п — in кäчіп, ӧтіп, äрчіп
сун(зун) — in полсун, kалсун, ползун.

Das oben aufgeführte Sprachmaterial und die Affixe unterstützen in jeder Weise die aus den phonetischen Eigenthümlichkeiten der uns vorliegenden Texte gezogenen Schlüsse. Es kommt in unseren Texten kein Wort und keine Form vor, die nicht mit den entsprechenden uigurischen Wörtern und Formen identisch wären. Wir haben hier einen Dialekt vor uns der dem Uigurischen sehr nahe steht, und sich nur durch geringe regelmässig auftretende Lauteigenthümlichkeiten von diesem unterscheidet. Da gerade diese Eigenthümlichkeiten auch für die Sprache des Rabghusi charakteristisch sind, und in der Dshagataischen Schriftsprache allgemein auftreten, so sind wir wohl berechtigt anzunehmen, dass wir im Rabghusi ein Schriftwerk besitzen, welches in einer dem westlichen Zweige der alten Ost-Dialekte angehörigen Sprache verfasst ist und dass gerade die Schriftwerke dieses westlichen Zweiges der Ost-Dialekte sich weiter nach Westen verbreiteten und als die Anfänge der Dschagataischen Schriftsprache zu betrachten sind. Die Sprache der christlichen Türken im Tschuthale aber, wie sie uns in den hier untersuchten Grabinschriften überliefert ist, bildet ohne allen Zweifel einen integrirenden Theil dieses westlichen Zweiges der alten Ost-Dialekte.

BEILAGE II.

Zusätze und Verbesserungen.

Seite 7 Text. Z. 6 von unten l. ܫܘܫܡܢܐ stat ܫܫܡܢܐ.

Seite 14, № 66, Z. 4. Nach näherer Untersuchung des Steines zeigte es sich, dass ܗܢܐ und nicht ܗܐ zu lesen ist; die betreffende Bemerkung p. 14, Z. 4 und 3 von unten — wo auch der Druckfehler ܗܪܐ statt ܗܢܐ sich findet — ist daher zu streichen.

Ib. № 66, Z. 5 l. ܢܝܚ statt ܢܚ.

Ib. Z. 5 und 6. Die unverständlichen Worte ܟܘܡܪܬܐ ܕܡܠܟܐ haben nach vieler Mühe und Herumrathen ihre Erklärung gefunden. Es fiel mir nachträglich ein, dass mit jenen Worten der specielle Name des betreffenden Sonntags gemeint sein könnte, wie die Sonntage auch im Westen oft nach den an denselben gelesenen Pericopen der Evangelien benannt wurden. Ich theilte diese Vermuthung Herrn Prof. Nöldeke mit, er stimmte mir bei und meinte, dass der Sonntag dabei nach dem Anfange eines Kirchenliedes bezeichnet sein dürfte. Ich untersuchte darauf das oben p. 121 erwähnte handschriftliche nestorianische Lectionarium vom Jahre 1600 n. Chr. und fand, dass darin fast bei jedem Sonntage die Anfangsworte — oft abgekürzt — des an demselben gesungenen Kirchenliedes angegeben sind. So lauten z. B. die Ueberschriften einiger der betreffenden Pericope wie folgt: ܩܪܝܢܐ ܕܝܘܡ ܚܕܒܫܒܐ ܩܕܡܝܐ ܕܣܘܒܪܐ ܕܟܘܡܪܬܗ ܠܟܘܢ ܡܠܟܐ; dann beim zweiten Sonntag der Verkündigung: ܕܟܘܡܪܬܗ ܐܪܙܐ ܪܒܐ, beim dritten: ܟܘܡܪܬܗ ܗܘ ܕܠܐ ܡܬܒܪܝ u. s. w., dann fand ich: ܩܪܝܢܐ ܕܝܘܡ ܚܕܒܫܒܐ ܕܫܬܐ ܕܩܝܛܐ ܕܟܘܡܪܬܗ ܟܘܡܪܐ ܕܡܠܟܐ; das Kirchenlied des sechsten Sonntags des Sommers, der wohl im Monat Ab zu setzen sein dürfte, lautete somit ܟܘܡܪܐ ܕܡܠܟܐ. Ich vermuthe daher, dass das letzte Zeichen Z. 5 nicht ܬܐ, sondern ein verkehrt gesetztes Estrangelo ܬ sei, wobei der Steinmetz die Schleife dieses Buchstaben rechts statt links angebracht hat. Wie dem aber auch sei, jedenfalls kann es keinem Zweifel unterliegen, dass ܟܘܡܪܐ ܕܡܠܟܐ, oder ܟܘܡܪܬ ܕܡܠܟܐ der Anfang des Kirchenliedes sei, welches an jenen Sonntag gesungen und wonach letzterer benannt wurde.

Ib. № 66, Z. 7. Im Original steht ܕܪ̈ܐ mit dem Zeichen des Plurals, vielleicht auch

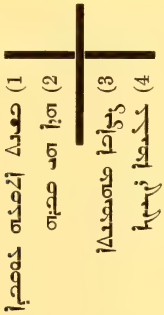
ܟܐܢܐ. Die Oberfläche der Steine sind mit kleinen Vertiefungen — so wie auch die photographischen und Farben-Abdrücke mit kleinen weissen Punkten — wie besät; man kann daher sehr oft nicht mit Sicherheit angeben, ob auf dem Originale ein diacritischer Punkt sich findet oder nicht.

S. 18, № 75, Z. 4 l. ܗܢܐ statt ܗܕܐ.

Zu Seite 21:

№ 75,3.

Nach einem Originale im Besitze der moskauer archäologischen Gesellschaft[1]).



In dem mir vorliegenden heliographischen Abdruck sind die letzten 3 Worte der Inschrift vollkommen deutlich; da aber das Pronomen ܗܕܐ ܗܝ weiblich ist, wird wohl ܥܠܡܐ ܪܝܫܝܐ fehlerhaft statt ܪܝܫܝܐ ܥܠܡܐ stehen. Zu übersetzen:

«Im Jahre 1575 (= 1264), die Maus (d. h. das Mause-Jahr). Dieses ist das Grab der Gläubigen Ṣiṣaba; eine liebliche Jungfrau».

S. 30 f. Nicht № 98 (52), sondern 98,1 (163) ist auf der beiliegenden Tafel I photographisch reproducirt.

---

1) Diese Inschrift, so wie auch die oben p. 104 f. mitgetheilten undatirten Inschriften № XXXVIII—XL sind einer russisch abgefassten Abhandlung des Herrn S. S. Sluzki über die hier edirten Grabinschriften entnommen. Diese Abhandlung erschien in einem, von der «orientalischen Commission» der moskauer archäologischen Gesellschaft herausgegebenen Sammelwerke, betietelt: Древности восточныя, I,1, p. 3 ff., und gelangte in meine Hände als der 13. Bogen der vorliegenden Schrift schon gesetzt, aber noch nicht abgedruckt war, so dass ich die erwähnten undatirten Inschriften noch an richtiger Stelle aufnehmen konnte. Durch diese Abhandlung, über deren Werth, oder Unwerth ich mich weiter nicht aussprechen will, habe ich mich nicht veranlasst gesehen, auch nur ein Wort in dem vorliegenden Werke zu ändern; nur Seite 124 habe ich auf Grund des mir früher unbekannt gewesenen Inschrift XXXVIII, die Zeilen 15—17 hinzugefügt. Russischen Lesern erlaube ich mir den Rath zu ertheilen, bei Benutzung der Abhandlung des Hrn. Sluzki zu historischen, philologischen und paläographischen Zwecken meine vorliegende Schrift zu consultiren.

S. 38 f., № 3,5, Z. 8. Nach abermaliger Untersuchung des Steines zeigt es sich, dass die letzte Zeile dieser Inschrift doch ܠܡܫܝܚܝܐ zu lesen ist.

S. 54, Z. 6 von unten. Der Text die und Uebersetzung der Grabinschrift № 21,1 (150) findet sich oben in der Beilage I des Hrn. Academikers Radloff, p. 139.

S. 59, № 28 (125). Diese Inschrift ist auf Tafel II photograbhisch reproducirt, was im Texte nicht angegeben ist.

Ib. Z. 2 der Inschrift ist zu lesen ܣܐܟܝܫܐ statt ܫܐܗܢܫܐ; ebenso ist in der Transscription mit arabischen Buchstaben Z. 2 zu lesen: ساكيشّا statt شاهنشا. Demnach ist der Anfang dieser Inschrift zu übersetzen: «Nach der Rechnung (d. h. Aera) des Fürsten Alexandros war es» u. s. w.

Ib. Z. 7 der Transscription ist zu lesen ܩܒܪܐ statt ܩܒܪܗ.

Ib. Z. 3 der Uebersetzung ist zu lesen Iltasch statt Illtasch. Der Text und die Uebersetzung dieser Inschrift von Hrn. Radloff findet sich oben p. 139 f.

S. 63, № 34,2. Ob die Zeilen 3 und 4 dieser Inschrift so zu übersetzen sind wie ich sie übersetzt habe, oder so wie Hr. Radloff sie pag. 140 wiedergiebt, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden.

S. 64, № 35. Diese Inschrift habe ich nach einer kleinen, sehr undeutlichen Photographie des Hrn. Jadrinzew entziffert. Bei der archäologischen Gesellschaft in Moskau befindet sich aber das Original dieser Inschrift, nach dem Hr. Sluzki in der oben erwähnten Abhandlung, Taf. II, einen guten photographischen Abdruck mitgetheilt hat. Demnach ist diese Inschrift wie folgt zu lesen:

1) ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐ
2) ܘܬܠܬܝܢ ܚܕ ܗܘܐ [ܩܘܦܐ]
3) ܗܢܘ
4) ܩܒܪܗ ܐܠܐ
5) ܩܘܙ ܡܗܝܡܢܬܐ

«Im Jahre tausend sechshundert und einunddreissig, das war [der Affe] — d. h. das Affen-Jahr. — Dieses ist das Grab der Gläubigen **Ala-Köz**».

Nach ܗܘܐ ist der Name des Thierjahres weggelassen, wie oben № 87, p. 26; № 1600, p. 34 und № 3,1, p. 36.

S. 77, № 47 (103), Z. 4. Vielleicht ist hier ܡܫܝܚܝܐ zu lesen. Ich muss bemerken, dass auf den Photographien und oft sogar auf den Originalen sehr häufig schwer zu erkennen ist, ob ein ܝ sich findet, oder nicht; da eine leichte Abbröckelung des Steines auch da als ein ܝ angesehen werden kann, wo der Steinmetz kein solches gesetzt hat.

S. 80 f., № 48,4 (39) und 48,5. Den Text und die Uebersetzung dieser beiden Grabinschriften findet man in der Beilage I, p. 140 ff.

S. 97, № VII, Z. 3.l. ܡܩܕܫܬܐ st. ܡܩܕܫܬܐ, desgleichen ist S. 98, Z. 3 in der Transcription ساكولزی zu lesen.

S. 98, Z. 7 u. 8.l. ساكولزی steht st. ساقیلزی.

S. 101, № XXI. Herr Prof. Nöldeke meint, dass ܡܫܡܫܢܐ = ܡܫܡܫܢܐ, Exorcista, sei, womit eine specifische priesterliche Würde bezeichnet wurde. Bei dem p. 124 ff. entworfenen Culturbilde jener Nestorianer darf natürlich der Exorcista nicht vergessen werden; denn die Existenz eines solchen Priesters zeigt, dass Exorcismus dort zum Apparat des Kirchendienstes gehörte.

S. 106, Z. 11 ff. Text von unten. In den von Prof. I. Guidi unlängst mitgetheilten Auszügen aus den Acten der orientalischen Synoden kommen die Namen folgender Bischöfe von Merw vor: Barnabas im J. 430, ܦܪܘܣ 485, Jûchanan 499, David 553, Gregorius 588 u. Stephanus 677; s. Z, d. d. m. Ges. Bd. 43, 1889, p. 412.

S. 108, Z. 7 ff., ib. Anmk. 3 und p. 110, Z. 9 ff. Neue Belege für die Existenz und den grossen Einfluss der christlichen Princessinen an den Höfen der mongolischen Fürsten, so wie auch für die Toleranz der letzteren gegen Christen, findet man in dem unlängst von Bedjan in syrischer Sprache edirten, höchst interessanten Buche, betitelt: Histoire du Patriarche Jaballaha et de Rabban Çauma; vgl. Journ. As., VIII, t. 13, 1889, p. 320, 323 ff., 329, 338 u. 353.

S. 108, Anmk. 7. Auch der bekannte Sinolog Jams Legge hat ein Werk über diese Inschrift edirt, betitelt: The Nestorian Monument of Hsî-an-fu (London, 1888), herausgegeben, worin der Verfasser entschieden die Echtheit dieses Denkmals vertheidigt. Der französische Sinolog, Hr. Cordier, sagte mir in Stockholm, dass die von mir citirte Abhandlung von Palladji in's Englische übersetzt worden sei.

S. 109, Z. 15, l. 906 statt 960. — Legge vermuthet (l. c., p. 47 ff.), dass schon gegen 845 eine Catastrophe gegen das Christenthum in China eingetreten sein dürfte und zwar in Folge der Intoleranz des Kaisers Wû-Tsunt gegen die fremden Religionen; vgl. bes. ib., p. 49.

S. 118 ff. Zu dem hier über die Verticalschrift Gesagten kann ich noch Folgendes hinzufügen: In älteren syrischen Inschriften kommen schon neben den horizontalen Zeilen auch einzelne verticale vor. In der von Sachau edirten dreisprachigen Inschrift von Zebed aus dem Jahre 511 n. Chr. finden sich im syrischen Theile einige verticale Zeilen (s. Monatsb. der Akad. d. W. zu Berlin; Berlin 1882, die Tafel zu pag. 190). In den gleichfalls von Sachau edirten Inschriften aus Edessa finden sich in der Inschrift № 8 zwei verticale Zeilen (s. Z. d. d. m. G., Bd. 36, Taf. I,8). Von den Inschriften aus Karjetên sagt Sachau, dass sie «von oben nach unten» laufen (s. ib. Bd. 38, pag. 543 und dazu die Tafel). Pognon fand auch auf einem Grabmonument aus Palmyra zwei Inschriften, von denen die eine, aus zwei Zeilen bestehend und in eigenthümlicher Schrift

abgefasst, eine verticale Richtung hat (s. J. As., VIII t. 3, 1884, p. 559; vgl. ib. VIII t. 13, 1889, p. 397, Anmk. 1). Prof. D. H. Müller sagt in seiner neuesten Schrift: Epigraphische Denkmäler aus Arabien (Wien, 1889, pag. 6) von den Inschriften, die er protoarabische nennt, dass unter ihnen «sehr viele Inschriften mit verticaler Richtung» sich finden.

Dass Nestorianer noch im XVII., oder vielleicht gar im XVIII. Jahrhundert noch die Gewohnheit hatten vertical zu schreiben, ersieht man aus folgendem Umstand. Am Schlusse des oben erwähnten nestorianischen Lectionariums vom Jahre 1600 n. Chr. befindet sich ein ziemlich neues leeres Blatt, auf dem drei Abbildungen von äusserst primitiver Kunst — den Kunstproducten dreijähriger Knaben ähnlich — hingepinselt sind. Oben auf der Breitseite des Blattes befindet sich das Bild Christi, unten sind die Bilder der Apostel Petrus und Thomas hingemalt. Alle Beischriften zu diesen Bildern sind vertical geschrieben; die zu den Bildern der Apostel sind an der Seite angebracht, die zum Bilde Christi befindet sich unter den Füssen in zwei verticalen Zeilen und lautet: ܡܪܢ ܝܫܘܥ ܡܫܝܚܐ. Der Maler hatte die Absicht, oben rechts und links vom Bilde Christi noch zwei Abbildungen anzubringen, hat aber die Ausführung unterlassen und begnügte sich damit, die Beischriften zu den beabsichtigten Bildern hinzuschreiben und schrieb sie gleichfalls vertical. Diese ganze Pinselei mit den verticalen Beischriften kann höchstens aus dem XVII. Jahrh. herstammen, stammt aber höchst wahrscheinlich erst aus dem XVIII. Jahrh. her.

S. 122, Z. 13 ff. Es ist hier darauf hingewiesen worden, dass das Geschlecht des Pronomens vor dem männlichen ܦܓܪܐ männlich ist: ܗܢܘ, oder ܗܢܐ, wenn der Grabstein einer männlichen, und weiblich: ܗܕܐ ܗܝ, ܗܕ ܗܝ und ܗܕܝ, wenn derselbe einer weiblichen Person gewidmet ist. Prof. D. H. Müller machte mich in Stockholm auf einen ähnlichen, wenn auch nicht ganz analogen Fall aufmerksam. In phönicischen, südarabischen und palmyrenischen Inschriften, die neben oder unter einer menschlichen Abbildung angebracht sind, wird nämlich der Ausdruck סמל, צלם und צלמא gebraucht, wenn dieselbe eine männliche, dagegen סמלת, צלמת und צלמתא, wenn sie eine weibliche Person darstellt; s. D. H. Müller, Epigr. Denkmäler aus Arabien, p. 71, die Bemerkung zu № 22,1.

S. 124, Z. 16. l. № XXXVIII statt XXXVII.

S. 128, Z. 12, Text v. unten. l. ܣܪܩܘܣܟܝܢ u. ساكولزى st. ܣܪܩܘܣܟܢ u. ساكولدى.

S. 128, Z. 15 ff. Andere Eulogien finden sich in den oben von Hrn. Radloff mitgetheilten türkischen Inschriften, № 48,4 u. 5, p. 140 ff.

S. 129, Z. 12. In der oben erwähnten, syrisch abgefassten Geschichte des Patriarchen Jahballaha und Rabban Ṣaumâ ist oft von christlichen hohen Würdenträgern im Reiche der Mongolen die Rede. Zwei Christen, Namens Konboga und Iboga waren Schwiegersöhne des Kublai-Chan und Gouverneure von Koschang (wohl Kung-Tschang), zwischen Peking und Tangut, wo auch viele Christen lebten (p. 13 f., vgl. J. As., l. c., p. 315 f.). An einer

andern Stelle ist von einem gewissen Jaschmut die Rede, der Gouverneur von Mossul war und sogar dem geistlichen Stande angehörte (J. As., p. 319). Der Emir Iringin, ein Christ, war Schwiegersohn des A'hmed-chân, des Sohnes von Hulagu und Schwiegervater des Olgaitu. Sein Vater, seine Mutter und seine früheren Frauen bekannten sich zur christlichen Religion und waren in der Kirche des Mar-Schalitâ begraben (J. As., l. c., p. 353). Der christliche Stamm der Kajtschie bildete eine besondere Truppenabtheilung in der mongolischen Armee und wurde höchst wahrscheinlich von christlichen Anführern commandirt (s. ib., pag. 331). Marco Polo (ed. Yule, II, p. 161) spricht auch von einem, von Kublai-Chan im Jahre 1278 ernannten christlichen Gouverneur, Namens Sargis (Sergius) für die Provinz Chiang-sû, wo derselbe auch einige Kirchen erbaut hat.

BEILAGE III.

Die Quellen und Denkmäler, nach denen Prof. Julius Euting die beiliegende Schrifttafel ausgearbeitet hat[1].

Col. 1, Mescha, nach Socin und Smend, Die Inschrift des Kön. Mescha von Moab.
» 2, nach Corpus Inscr. semit., I,1, p. 22 ff. Pl. № IV; von Renan unter Phönicien eingereiht (Weihinschrift an den Baal Lebanon).
» 3, Siloah, nach Papierabkl. und nach Paläograph. Society, Oriental Series, Pl. № LXXXVII.
» 4, nach Kirchhoff, Gesch. des griech. Alph. (4. ausg.).
» 5, Stele im Berliner Mus.; kann erst später nach erfolgter Publication durch das Orient-Comite eingetragen werden.
» 6, Pondera assyriaca et babylon., Brit. Mus.; nach Gipsabgüssen und nach Corpus Inscr. Semit. II[2]).
» 7, im Brit. Mus.; nach Gipsabgüssen und nach C. I. S., II.
» 8, nach de Vogüé, Mélanges archéologiques orientales, M. A. Levy, Siegel und Gemmen und Clermont-Ganneau, Sceaux et cachets.
» 9, 10, nach Pap. Abklatsch v. J. Euting; vgl. Nöldeke in den Sitzungsber. der Berl. Akad., 1884 p. 813 ff.
» 11, Berlin. Mus.; nach Euting bei Lepsius, Zeitschr. f. egypt. Spr. u. Alterth.-Wiss., XV, p. 127 ff.; cf. C. I. S., II u. Pal. Soc, O. S. Pl. LXIII.
» 12, Stele im Vatic.; nach C. I. S., II., Serapeum (Louvre) nach Pap.-Abkl.
» 13, Stele v. Carpentras; nach einer für mich c. 1875 eigens angefertigten Photogr.
» 14, Pap. Louvre, nach Bargès, Papyrus égypt.-aram. du Louvre, Paris, 1862.

1) Dieses Verzeichniss hat Prof. Euting auf der Reise nach dem Orient nach dem Gedächtniss und ohne literarische Hilfsmittel bei der Hand gehabt zu haben, zusammengestellt; er hat daher manche von ihm benutzte Quelle nicht vollständig, zuweilen auch unrichtig angegeben. In den meisten Fällen habe ich das bei ihm Fehlende oder Unrichtige, so weit es mir möglich war, ergänzt und berichtigt.

2) Der II. Bd. des C. I. S. ist mir nicht zugänglich.

Col. 15, Pap. Lond. Blacas; nach Paläogr. Soc., Or. Series Pl. XXV u. XXVI.
» 16, Pap. Vatic. a. nach de Vogüé, Inscr. sémit Pl. 16; b. nach J. Euting, Epigr. Misc. = Sitzgsber. der Berl. Akad., 1885, p. 671 f., Taf. VI, № 3.
» 17, Pap. Turin; nach Lenormant, Essai sur la propagation de l'alphab. phénic. Pl. XI, Col. 2 u. Pl. XIX.
» 18, Berolin. nach Lepsius, Denkmäler, Band VI, 124.
» 19, Bulak; nach J. Euting, Epigr. Misc. = Sitzgsber. der Berl. Akad. 1885, 670, Taf. VI, № 2.
» 20, Ostracon Elephantinense (Berlin. Mus.).
» 21, nach de Vogüé, Inscr. sémit., № 30.
» 22, nach Pap.-Abkl. (cf. Levy, Z. D. M. G., Band 18, 1864, p. 71 ff. u. Taf. I, 3).
» 23, nach Chwolson, Mél. asiat., t. VII, 1875.
» 24, nach Paläogr. Soc. Orient. Series Pl. LXXV.
» 25, nach Pap.-Abklatsch (cf. Abamelek-Lazarus, Пальмира, Pl. I, II u. V).
» 26, nach Pap.-Abkl. (cf. Levy, Z. D. M. G., l. c. p. 69 ff., Taf. I, 1 u. 2).
» 27—29, nach de Vogüé, Inscr. sémitiques, p. 17 ff. u. p. 21, Pl. III, № 15 u. 18.
» 30, nach W. Wright, Note on a bilingual inscr. . . . found at South Shields.
» 31, nach D. H. Müller, Sitzgsber. der phil.-hist. Cl. der Kaiserl. Akad. der Wiss. 1885, p. 973 ff.
» 32 u. 35, nach Pap.-Abkl.; s. Simonsen, Sculpt. et Inscr. de Palmyre à la glyptothèque de Ny Carlsberg, Kopenh., 1889.
» 33 u. 34, nach J. Euting, Epigr. Misc. = Sitzgsber. der Berl. Akad., 1885, p. 671 f. Taf. VII, № 5 u. 6.
» 36, nach Pap.-Abkl.; cf. Levy, Z. D. M. G. Band 18, p. 99 ff., № XVI.
» 37, nach Pap.-Abkl.; cf. Levy, ib., p. 101 ff., № XVII.
» 38, nach Pap.-Abkl. u. Fabiani, Nuovo inscrizione bilingue . . . del Campidoglio, in Bull. della Com. Archeol. Comunale di Roma, 1878.
» 39, nach J. Euting, Ep. Misc.; s. Sitzgsber. der Berl. Akad., 1885, p. 675, Taf. VIII, № 17—21; vgl. Vogüé, Inscr. sém., p. 49 u. Pl. V, № 68, u. Mordtmann, Neue beitr. zur Kunde Palmyra's. p. 28.
» 40—46, nach de Vogüé, Inscr. sémit., p. 54 ff., № 75 ff.
» 47, nach J. Euting, Nabat, Inschr. aus Arabien. Berlin, 1885.
» 48, nach Papier-Abkl.; cf. Renan, Journ. as., XI, 1868, p. 538 u. Gildemeister. Z. D. M. G., Bd. 23, 1869, p. 150 ff.
» 49, Dumêr nach Sachau, Z. D. M. G., Bd. 38, 1884, p. 535 ff.
» 50, Grey, Inscrs. from the Wady Mokatteb, Transactions of the Royal Soc. of Liter. I. t. II, № 83.
» 51, 52 u. 53, nach Zeichnung v. J. Euting.

Col. 54, Zebed nach Sachau, Monatsber. d. Berl. Akad., 1881, p. 169 ff.; vgl. Z. D. M. G., Bd. 36, 1882, p. 545 ff.
» 55, nach de Vogüé, Inscr. sémit. p. 117 f. und Schröder, Z. D. M. G. Bd. 38, 1884, p. 530 ff. Taf. I.
» 56, [Paläogr. Soc. Orient. Ser. Pl. IV. u. Z. D. M. G., Bd. 34, 1880, p. 685 ff.][1]).
» 57—60 nach J. Euting, 3 Tafeln des Pehlevi-Zendalphabets (Kuhn, Zeitschr. f. vergl. Sprachforsch., Bd. 24, 1879).
» 61, nach Waddington, Mélang. de numism. et de philol., p. 59 ff.
» 62, nach J. P. Six, Monnaies d'Hiérapolis, Numismatic Chronicle, vol. XVIII, 1878, p. 103 ff.
» 63, nach J. P. N. Land, Anecdota syriaca, Pars I. Tab. B. 2—10.
» 64, nach E. Drouin, Revue numismatique, III, t. 7, 1889, p. 211 ff., Pl. V—VII.
» 65, nach Facsimiles von J. Euting.
» 66, Sarcophag Louvre, nach Pap.-Abkl.; cf. C. I. S., II.
» 67, nach M. A. Levy, Siegel und Gemmen, p. 51 f., Taf. III, und Mordtmann, Z. D. M. G., Bd. 18, 1864, p. 50 f., Taf. VI.
» 68, 69, 71, nach Sachau, Z. D. M. G., Bd. 36, 142 ff.
» 70, nach Paläogr. Society, Or. Series, Pl. XI.
» 72, nach Euting, Epigr. Misc. = Sitzgsber. der Berl. Akad., 1885 [?].
» 73, nach W. Wright, Cat. of the Syr. Mss. in the Br. Mus. Pl. IV.
» 74, nach Sachau, Monatsber. d. Ak. d. W. in Berl. 1882, Taf. zu p. 190 u. Z. D. M. G., Bd. 35, p. 530 f., Bd. 36, p. 345 ff.
» 75—77, 80 u. 81, nach Land, Anecdota syriaca, Pars IV, V, Tab. I—VIII.
» 78, 79 u. 82. nach W. Wright, Cat. of the Syr. Mss. in the Brit. Mus., Pl. XVIII, XIX, XX.
» 83, inedita nach Zeichng v. J. Euting, 1889.
» 84—85, W. Wright, Cat of the Syr. Mss., Pl. V, VI.
» 86, nach Durchzeichng. v. J. Euting, auf der Bibliothèque nationale zu Paris.
» 87—90, 92, 93 u. 94, nach W. Wright, Cat. of the Syr. Mss., Pl. VIII, IX, XIII, XIV, XV, XVI.
» 91, nach modernen Privatbriefen im Besitz von J. E.
» 95, 96, nach D. Chwolson; vgl. oben p. II.

1) Diese Col. hat J. Euting leer gelassen.

BEILAGE IV.

Fernere Nachträge und Verbesserungen.

Herr Professor Chwolson hat bei seiner Anwesenheit in Moskau im Museum der Archäologischen Gesellschaft den Originalstein des photographischen Abdruckes № 148,5 vorgefunden und mir folgende von ihm verfertigte Abschrift zugestellt:

(1 [illegible]

(2 [illegible]

(3 [illegible]

(4 [illegible]

(5 [illegible] [1]) [illegible]

(6 [illegible]

(7 [illegible]

(8 [2] [illegible] (3, ?)

(9 [illegible]

(10 [illegible] (4)

(11 [illegible]

1) Kein [illegible] zu sehen.

2) Zeile 8 bei Ihnen (oben p. 141) existirt nicht.

3) Unsicher, vielleicht [illegible], [illegible], [illegible].

4) Vielleicht [illegible] zu lesen.

Ich erlaube mir in Betreff der hier aufgeführten Varianten Folgendes zu bemerken:

1) Das Zeile 3 aufgeführte [illegible] deutet darauf hin, dass bei den Türken von Semirjetschie vielleicht schon für yт Stier auch yi im Gebrauche war, ist dies der Fall, so wäre [illegible] als Locativ aufzufassen, vielleicht ist aber hier auch nur eine fehlerhafte Schreibung für [illegible].

2) Zu Anfang der Zeile 4 liest Herr Prof. Chwolson ܛܐܓܝ offenbar = таҕы «noch».

3) Ist Zeile 5 richtig gelesen, so ist der Name des Amtes тўмäн-нің пўткічісі, d. h. der Bütkitschi des Tümen (Districtes), vielleicht ist statt пўткічі hier піткічі «Schreiber» zu lesen.

4) An Stelle des auffallenden ܩܫܐܦܝܢ ist gewiss hier richtig ܩܫܐ ܢܝܢ каша ның «des Priesters». Dies beweist aber, dass unbedingt Zeile 7 ܟܘܢ ܢܝ кўн-ні statt кўні «sein Tag» steht, und dass die Lesung ܟܘܢ ܢܝܐ fehlerhaft ist.

5) Die letzten Worte der Zeile 8 und 10 bleiben unklar.

6) ܐܪܬܝܢ für ܐܘܪܬܝܢ (Z. 9) ist natürlich besser, denn äртiп heisst ja «vorüberziehend».

W. R.

Zu p. 49 № 16,1. Im Museum der Moskauer archäolog. Gesellschaft fand ich folgende, mir vorher unbekannte Grabinschrift:

№ 16,2. ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ | ܘܫܒܥܣܪ ܗܘܐ | ܫܢܬ ܢܚܘܫܐ | ܗܢܘ ܩܒܪܗ | ܐܠܝܐ ܡܗܝܡܢܐ.

«Im Jahre tausend sechshundert siebzehn, d. i. das Schlangen-Jahr. Dieses ist das Grab des Gläubigen Elias».

Zu p. 51, № 18. Das Original dieser Grabinschrift befindet sich in dem obenerwähnten Museum, № c. — Z. 5 ist der Eigennamen vielleicht ܝܘܠܝܛܐ, Julita, zu lesen.

Zu p. 55, № 27. Das Original ebendaselbst № 3.

Zu p. 81, № 48,5. In demselben Museum befindet sich folgende Grabinschrift (№ 8): № 48,6 | ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ | ܐܪܒܥܝܢ ܬܡܢܝܐ (sic) ܗܘܐ | ܫܢܬ ܬܘܪܐ | ܛܘܪܟܝܬ ܐܘܕ | ܗܢܘ ܩܒܪܗ | ܩܘܛܘܟ ܡܗܝܡܢܬܐ.

«Im Jahre tausend sechshundert achtundvierzig, d. i. das Stier-Jahr, türkisch ud (der Stier). Dieses ist das Grab der Gläubigen Kutuk».

Zu p. 85. In dem erwähnten Mus. fand ich folgende Grabinschrift: № 49,13 | ܒܫܢܬ ܐܠܦ ܘܫܬܡܐܐ | ܐܪܒܥܝܢ ܬܫܥܐ ܗܘܐ | ܫܢܬ ܢܡܪܐ | ܛܘܪܟܝܬ ܦܐܪܣ | ܗܢܘ ܩܒܪܗ ܝܘܚܢܢ | ܥܠܝ[ܡ]ܐ ܡܝܬ ܒܡܘܬܢܐ.

«Im Jahre tausend sechshundert neunundvierzig, d. i. das Tiger-Jahr, türkisch pars (der Tiger). Dieses ist das Grab des Jünglings Jûchanan (Johannes). Er starb an der Pest». Diese Inschrift ist somit die vierte, in der von der Pest in den Jahren 1338—39 die Rede ist; vgl. oben № 49; 49,11 u. 50,16, p. 81. 84 u. 89.

Zu p. 89, № 50,16. Das Original dieser Inschrift findet sich in dem oben erwähnten Museum.

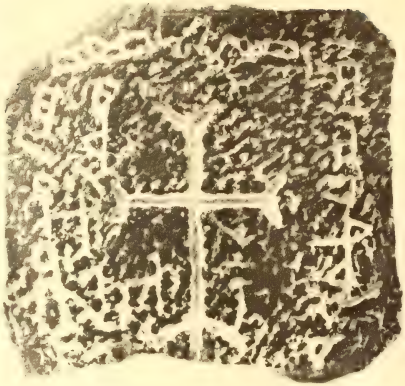
Zu p. 95 ff. Ausser den oben mitgetheilten Inschriften habe ich noch folgende zwei undatirte Grabinschriften gefunden:

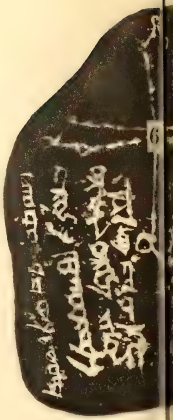
№ XLI. ܒܫܢܬ ܣܘܣܝܐ | ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ | ܕܗܠܝܐ ܒܬܘܠܬܐ

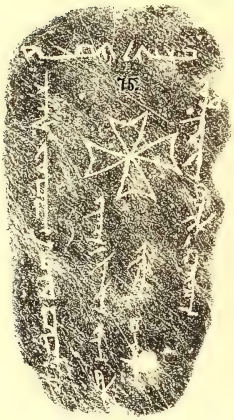
«Im Pferde-Jahre. Dieses ist das Grab des jungen Mädchens Helija». Das ܝ im Namen ist unsicher.

№ XLII. ܗܢܐ ܗܘ ܩܒܪܗ ܡܪܝܡ ܡܗܝܡܢܬܐ. «Dieses ist das Grab der Gläubigen Mirjam» (Marie). Die Zeilen dieser Inschrift sind angeordnet wie die № XI.

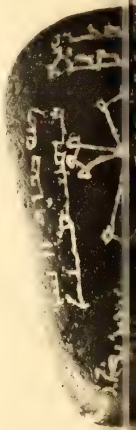
D. Chw.



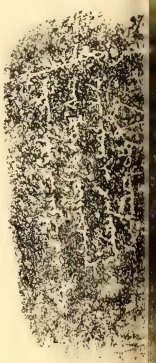


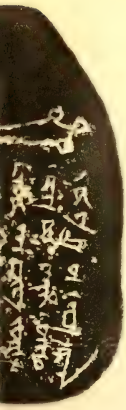

75.

75.

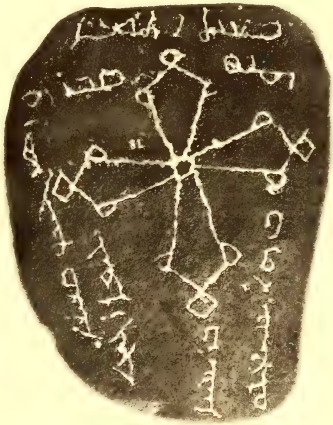


84





73



97,1

98,1

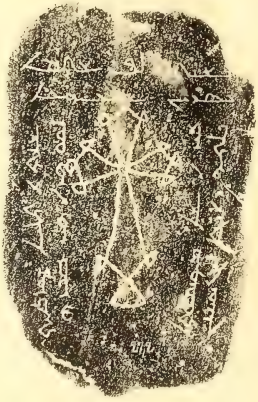
73
73,1
84
97,1
98,1

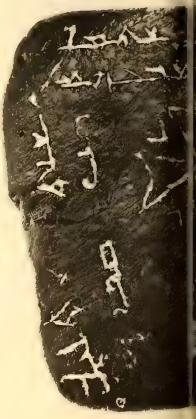
99.1

3.1

11.3

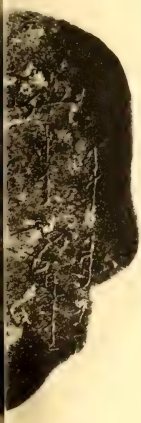
19.2



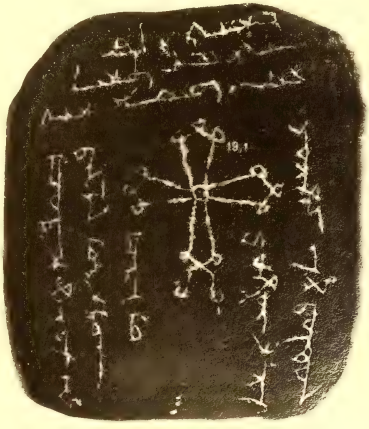


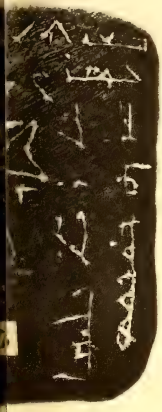
10

11.



13



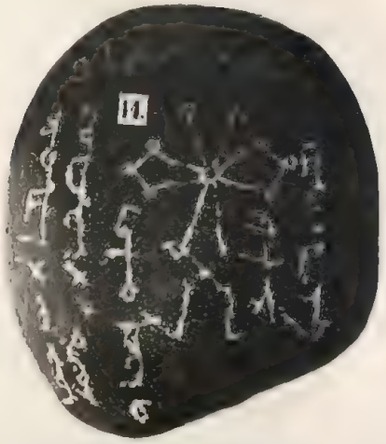


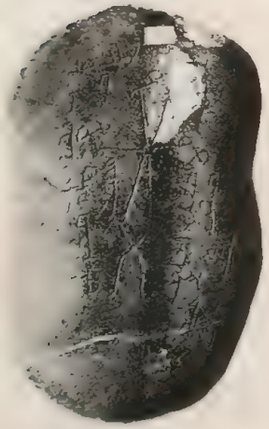
28

9a

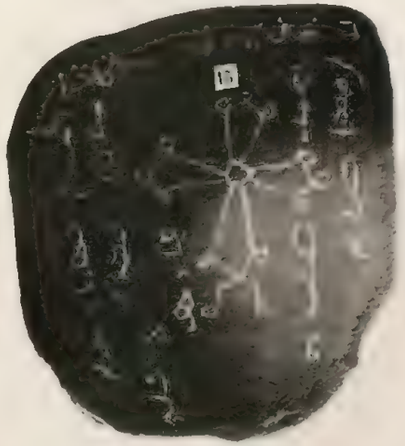
3a

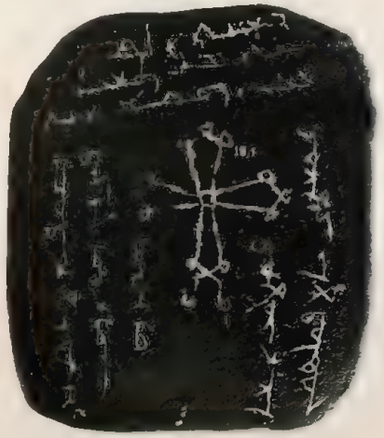
10


11



11a


15

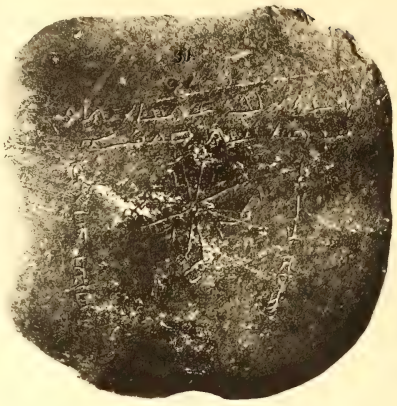


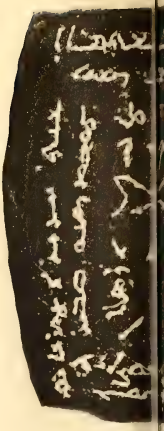
19

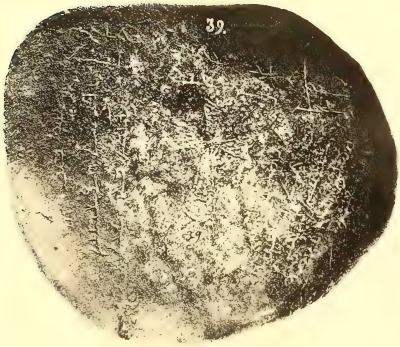
27a

28

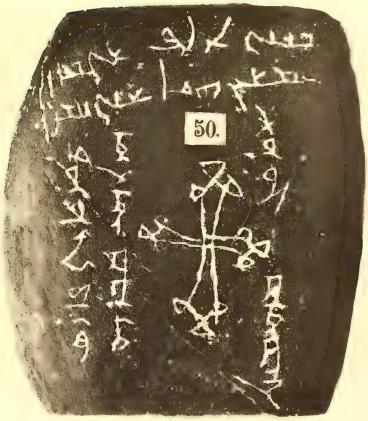
29.


31.

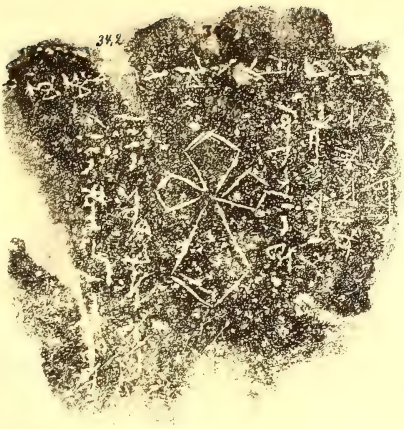



32.

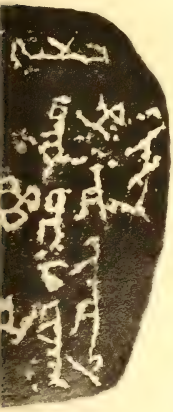
41.


50.

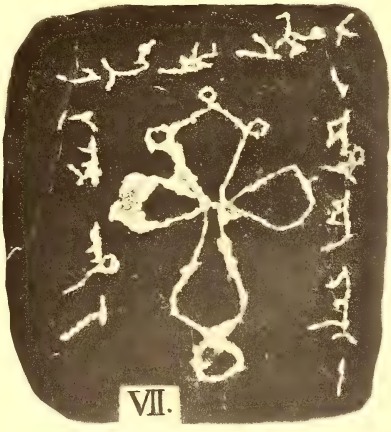
509.



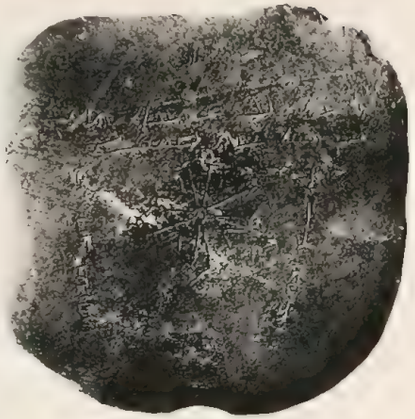
36.

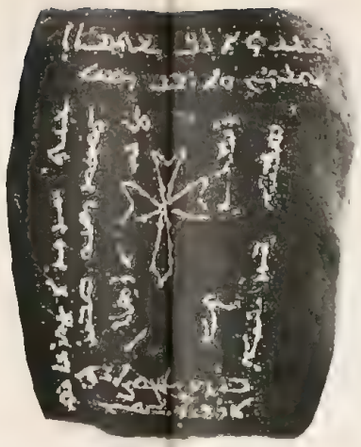


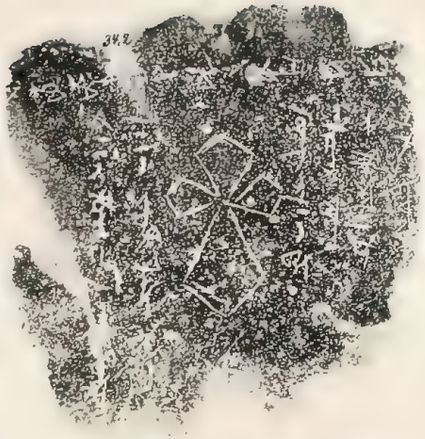
49,1.

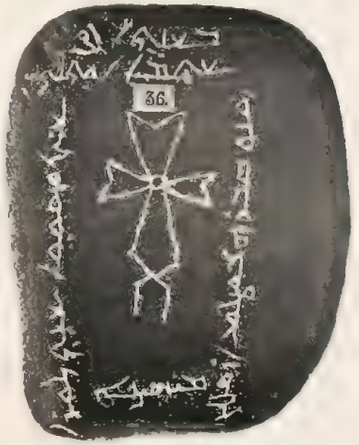

VII.

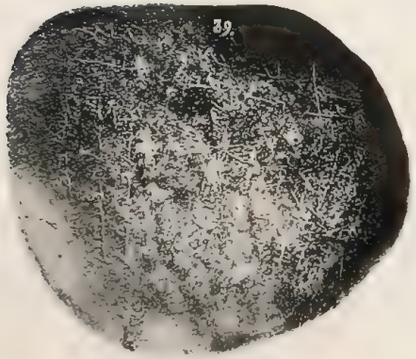
29







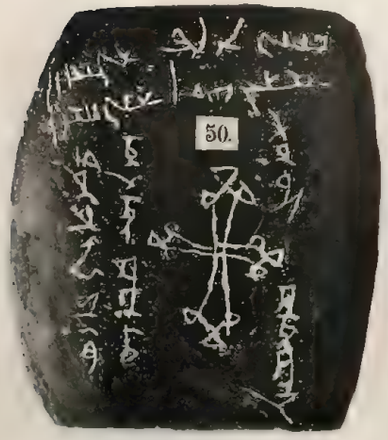

36.


39

41

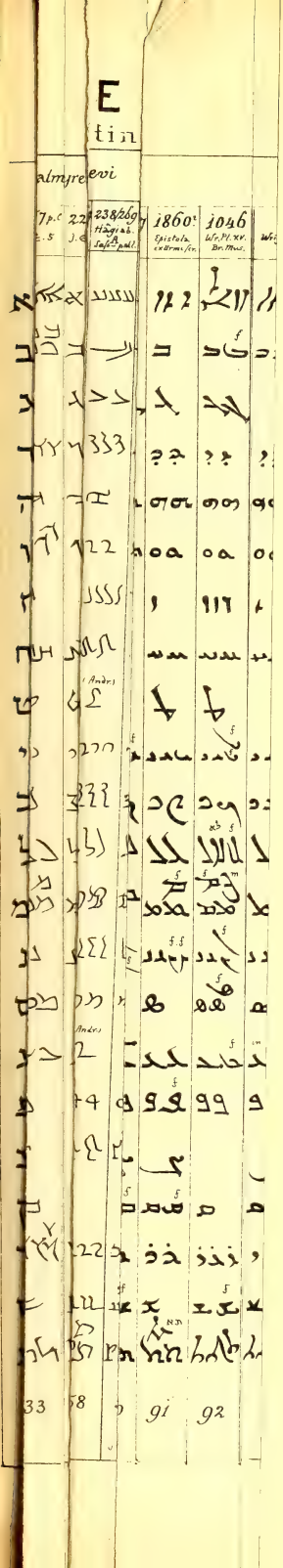
47,1.

49,1.


50.

509.

VII.



E

tin

almyre	evi					
7 p.c. E.5	22 J.C.	238/269 Hägiab. Sass. pall.	1860 Epistola extrmi fer.	1046 Wr. Pl. XV. Br. Mus.	Wri
		(Andr.)			
		(Andr.)			
33	58		91	92	

TABULA SCRIPTURAE ARAMAICAE.

delineata a Julio Euting

A 8242
.S 32

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 9.

MÉMOIRE

SUR

LA TRANSFORMATION DES SÉRIES PEU CONVERGENTES

EN SÉRIES TRÈS CONVERGENTES.

PAR

André Markoff.

(*Lu le 13 février 1890.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & C° et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (Haessel).

Prix: 30 Cop. = 1 Mark.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 9.

MÉMOIRE

SUR

LA TRANSFORMATION DES SÉRIES PEU CONVERGENTES

EN SÉRIES TRÈS CONVERGENTES.

PAR

André Markoff.

(*Lu le 13 février 1890.*)

LIBRARY OF CONGRESS
AUG 26 1891

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg: M. Eggers & C° et J. Glasounof. | à Riga: M. N. Kymmel. | à Leipzig: Voss' Sortiment (Haessel).
Prix: 30 Cop. = 1 Mark.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

April 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.

§ 1. Rappelons d'abord la proposition facile à déduire par la considération d'une somme double:

Si deux fonctions

$$U_{x,z} \text{ et } V_{x,z}$$

des variables indépendantes x et z sont liées par la condition

$$U_{x,z} - U_{x+1,z} = V_{x,z} - V_{x,z+1} \tag{1},$$

on a

$$\left\{\begin{array}{l} U_{0,0} + U_{0,1} + U_{0,2} + \ldots + U_{0,j-1} \\ - U_{i,0} - U_{i,1} - U_{i,2} \ldots\ldots - U_{i,j-1} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l} V_{0,0} + V_{1,0} + V_{2,0} + \ldots + V_{i-1,0} \\ - V_{0,j} - V_{1,j} - V_{2,j} \ldots\ldots - V_{i-1,j} \end{array}\right\} \tag{2},$$

i et j étant les nombres entiers positifs arbitraires.

Dans tous les cas, dont il s'agit dans ce mémoire, les séries

$$U_{0,0}, U_{0,1}, U_{0,2}, \ldots\ldots, U_{0,j-1}, U_{0,j}, \ldots\ldots$$
$$V_{0,0}, V_{1,0}, V_{2,0}, \ldots\ldots, V_{i-1,0}, V_{i,0}, \ldots\ldots$$

sont convergentes et les sommes

$$U_{i,0} + U_{i,1} + U_{i,2} + \ldots\ldots + U_{i,j-1} \text{ et } V_{0,j} + V_{1,j} + V_{2,j} + \ldots\ldots + V_{i-1,j}$$

tendent vers zéro, quand i et j augmentent indéfiniment.

Cela posé, la formule (2) donnera

$$U_{0,0} + U_{0,1} + U_{0,2} + \ldots\ldots + U_{0,j} + \ldots = V_{0,0} + V_{1,0} + V_{2,0} + \ldots + V_{i,0} + \ldots\ldots \tag{3}$$

§ 2. En désignant par

$$p, p', q, t$$

les nombres donnés, cherchons les trois fonctions

$$A_x,\ B_x,\ C_x$$

d'une variable x telles, que les expressions

$$U_{x,z} = \frac{(p-1)(pq-1)\ldots(pq^{z-1}-1)q^{-xz}t^z}{(p'-1)(p'q-1)\ldots(p'q^{x+z-1}-1)} A_x \text{ et } V_{x,z} = \frac{B_x + C_x q^{-z}}{A_x} U_{x,z}$$

satisfont à la condition (1).

Dans ce cas la condition (1) est équivalente à la suivante

$$A_x(p'q^{x+z}-1) - A_{x+1}q^{-z} = (B_x + C_x q^{-z})(p'q^{x+z}-1) - (B_x + C_x q^{-z-1})(pq^z-1)q^{-x}t$$

qui se réduit à son tour aux trois équations

$$p'q^x A_x = (p'q^x - pq^{-x}t)B_x \ , \quad A_{x+1} = (1-q^{-x-1}t)C_x$$
$$A_x = (1-q^{-x}t)B_x - (p'q^x - pq^{-x-1}t)C_x.$$

On déduit de là les formules

$$B_x = \frac{p'q^{2x}}{p'q^{2x}-pt}A_x,\ C_x = -\frac{(p'q^x-p)q^{x+1}t}{(p'q^{2x}-pt)(p'q^{2x+1}-pt)}A_x = \frac{q^{x+1}}{q^{x+1}-t}A_{x+1}$$

$$A_{x+1} = -\frac{(p'q^x-p)(q^{x+1}-t)t}{(p'q^{2x}-pt)(p'q^{2x+1}-pt)}A_x$$

$$A_i = \frac{(p'-p)(p'q-p)\ldots(p'q^{i-1}-p)(q-t)(q^2-t)\ldots(q^i-t)(-t)^i}{(p'-pt)(p'q-pt)\ldots\ldots(p'q^{2i-2}-pt)(p'q^{2i-1}-pt)}A_0$$

Si les modules de $\frac{1}{q}$ et de $\frac{pt}{p'}$ sont moindre que l'unité, on peut appliquer à nos expressions $U_{x,z}$ et $V_{x,z}$ la formule (3), de sorte qu'on aura

$$1 + \frac{p-1}{p'-1}t + \frac{(p-1)(pq-1)}{(p'-1)(p'q-1)}t^2 + \ldots = \frac{1}{p'-pt}\left\{p' - \frac{(p'-p)qt}{p'q-pt}\right\}$$
$$- \frac{(p'-p)(q-t)q^2t}{(p'-1)(p'-pt)(p'q-pt)(p'q^2-pt)}\left\{p' - \frac{(p'q-p)t}{p'q^3-pt}\right\}$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Il est bon d'observer que, lorsque $\frac{t}{q}$ ou $\frac{p}{p'}$ est égal à un des termes de la progression géométrique

$$1,\ q,\ q^2,\ q^3,\ q^4,\ \ldots\ldots,$$

la partie droite de la formule (4) se réduit à un nombre limité de termes; par exemple

$$1 + \frac{p-1}{p'-1}q + \frac{(p-1)(pq-1)}{(p'-1)(p'q-1)}q^2 + \frac{(p-1)(pq-1)(pq^2-1)}{(p'-1)(p'q-1)(p'q^2-1)}q^3 + \ldots = \frac{p'-q}{p'-pq},$$

$$1 + \frac{p-1}{p'-1}q^2 + \frac{(p-1)(pq-1)}{(p'-1)(p'q-1)}q^4 + \frac{(p-1)(pq-1)(pq^2-1)}{(p'-1)(p'q-1)(p'q^2-1)}q^6 + \ldots = \frac{p'^2-p'pq-p'q^2+pq^2-q^2+q^3}{(p'-pq)(p'-pq^2)},$$

$$1 + \frac{p'q-1}{p'-1}t + \frac{p'q^2-1}{p'-1}t^2 + \frac{p'q^3-1}{p'-1}t^3 + \ldots\ldots\ldots = \frac{p'-1-p't+qt}{(p'-1)(1-t)(1-qt)}$$

Par les considérations semblables aux précédentes il est facile d'obtenir aussi la formule

$$1 + \frac{p-1}{p'-1}t + \frac{(p-1)(pq-1)}{(p'-1)(p'q-1)}t^2 + \frac{(p-1)(pq-1)(pq^2-1)}{(p'-1)(p'q-1)(p'q^2-1)}t^3 + \ldots .$$

$$= \frac{p'}{p'-pt} - \frac{(p'-p)p'qt}{(p'-1)(p'-pt)(p'q-pt)} + \frac{(p'-p)(p'q-p)p'q^2t^2}{(p'-1)(p'q-1)(p'-pt)(p'q-pt)(p'q^2-pt)}$$

$$- \frac{(p'-p)(p'q-p)(p'q^2-p)p'q^3t^3}{(p'-1)(p'q-1)(p'q^2-1)(p'-pt)(p'q-pt)(p'q^2-pt)(p'q^3-pt)} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(5)}:$$

à ce but il suffit de poser

$$U_{x,z} = \frac{(p-1)(pq-1)\ldots\ldots(pq^{z-1}-1)}{(p'-1)(p'q-1)\ldots\ldots(p'q^{x+z-1}-1)}A_x t^z \text{ et } V_{x,z} = \frac{B_x}{A_x}U_{x,z}.$$

Les séries, qui forment les seconds membres des formules (4) et (5) sont plus compliquées que la série

$$1, \frac{p-1}{p'-1}t, \frac{(p-1)(pq-1)}{(p'-1)(p'q-1)}t^2, \ldots\ldots$$

mais aussi plus convergentes.

Dans le cas de $p' = pq$ la formule (4) nous donne

$$\frac{1}{p-1} + \frac{t}{pq-1} + \frac{t^2}{pq^2-1} + \frac{t^3}{pq^3-1} + \ldots\ldots$$

$$= \frac{q}{(p-1)(q-t)}\left\{1 - \frac{(q-1)t}{p(q^2-t)}\right\} - \frac{(q-1)q^3t}{(p-1)(pq-1)(q^2-t)(q^3-t)p}\left\{1 - \frac{(q^2-1)t}{pq(q^4-t)}\right\}$$

$$+ \frac{(q-1)(q^2-1)q^5t^2}{(p-1)(pq-1)(pq^2-1)(q^3-t)(q^4-t)(q^5-t)p^2}\left\{1 - \frac{(q^3-1)t}{pq^2(q^6-t)}\right\} - \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(6)}.$$

Pour donner une exemple numérique posons

$$q = 4,\ t = 2,\ p = 10,\ p' = 40.$$

En calculant

$$\frac{q}{(p-1)(q-t)}\left\{1 - \frac{(q-1)t}{p(q^2-t)}\right\} = \frac{2}{9}\left(1 - \frac{3}{70}\right) = \frac{134}{630} = 0{,}2126984126\ldots$$

$$\frac{(q-1)q^3t}{(p-1)(pq-1)(q^2-t)(q^3-t)p}\left\{1 - \frac{(q^2-1)t}{pq(q^4-t)}\right\} = \frac{32}{253890}\left\{1 - \frac{3}{1016}\right\} = 0{,}0001256666\ldots$$

nous trouvons au moyen de la formule (6) pour la somme

$$\frac{1}{9} + \frac{2}{39} + \frac{4}{159} + \frac{8}{659} + \frac{16}{2559} + \ldots .$$

la valeur approchée

$$0{,}21269841 - 0{,}00012566 = 0{,}21257275$$

à moins de $\frac{1}{2.10^8}$.

Pour obtenir le même resultat au moyen de la formule (5) il faut calculer

$$\frac{q}{(p-1)(q-t)} = \frac{2}{9} = 0{,}2222222222\ldots$$

$$\frac{-(q-1)q^2t}{(p-1)(pq-1)(q-t)(q^2-t)} = \frac{-8}{819} = -0{,}0097680097\ldots$$

$$\frac{(q-1)(q^2-1)q^3t^2}{(p-1)(pq-1)(pq^2-1)(q-t)(q^2-t)(q^3-t)} = \frac{8}{819}\cdot\frac{20}{1643} = 0{,}0001189045\ldots$$

$$\frac{-(q-1)(q^2-1)(q^3-1)q^4t^3}{(p-1)(pq-1)(pq^2-1)(pq^3-1)(q-t)(q^2-t)(q^3-t)(q^4-t)} = \frac{-8}{819}\cdot\frac{20}{1643}\cdot\frac{28}{9017} = -0{,}0000003692\ldots$$

§ 3. Posons

$$U_{x,z} = \frac{(r-1)(rq-1)\ldots(rq^{z-1}-1)(r'-1)(r'q-1)\ldots(r'q^{z-1}-1)q^z}{(s-1)(sq-1)\ldots(sq^{x+z-1}-1)(s'-1)(s'q-1)\ldots(s'q^{x+z-1}-1)}A_x$$

$$\text{et } V_{x,z} = \frac{B_x + C_x q^{-z}}{A_x} U_{x,z}.$$

Dans ce cas la condition (1) est équivalente à la suivante

$$A_x(sq^{x+z}-1)(s'q^{x+z}-1) - A_{x+1} = (B_x + C_x q^{-z})(sq^{x+z}-1)(s'q^{x+z}-1) - (B_x + C_x q^{-z-1})(rq^z-1)(r'q^z-1)q,$$

qui se réduit aux trois équations

$$ss'q^{2x}A_x = (ss'q^{2x} - rr'q)B_x$$

$$(s+s')q^x A_x = \{(s+s')q^x - (r+r')q\}B_x - (ss'q^{2x} - rr')C_x$$

$$A_x - A_{x+1} = (1-q)B_x - \{(s+s')q^x - r - r'\}C_x.$$

On tirera de ces équations:

$$B_x = \frac{ss'q^{2x-1}}{ss'q^{2x-1} - rr'}A_x,\quad C_x = \frac{rr'(s+s')q^x - (r+r')ss'q^{2x}}{(ss'q^{2x-1} - rr')(ss'q^{2x} - rr')}A_x$$

$$A_{x+1} = \frac{(sq^x - r)(sq^x - r')(s'q^x - r)(s'q^x - r')}{(ss'q^{2x-1} - rr')(ss'q^{2x} - rr')}A_x.$$

Si maintenant les modules de $\frac{1}{q}$ et de $\frac{rr'q}{ss'}$ sont moindre que l'unité on peut appliquer à nos expressions $U_{x,z}$ et $V_{x,z}$ la formule (3), en sorte qu'on aura

$$1 + \frac{(r-1)(r'-1)}{(s-1)(s'-1)}q + \frac{(r-1)(rq-1)(r'-1)(r'q-1)}{(s-1)(sq-1)(s'-1)(s'q-1)}q^2 + \ldots\ldots$$

$$= \frac{1}{ss' - rr'q}\left\{ss' + \frac{rr'(s+s') - (r+r')ss'}{ss - rr'}q\right\} +$$

$$+ \frac{(s-r)(s-r')(s'-r)(s'-r')q^2}{(s-1)(s'-1)(ss' - rr'q)(ss' - rr')(ss'q - rr')}\left\{ss' + \frac{rr'(s+s') - (r+r')ss'q}{ss'q^2 - rr'}\right\} + \ldots\ldots\ldots (7).$$

La formule (7) est une généralisation de la formule de M. Schellbach (Ueber Mechanische Quadratur, 2. Auflage, 1884)

$$1 + \frac{aa'}{cc'} + \frac{a(a+1)a'(a'+1)}{c(c+1)c'(c'+1)} + \frac{a(a+1)(a+2)a'(a'+1)(a'+2)}{c(c+1)(c+2)c'(c'+1)(c'+2)} + \ldots\ldots$$

$$= \frac{(c+c'-a-1)(c+c'-a'-1)-(c-1)(c'-1)}{(c+c'-a-a'-1)(c+c'-a-a')} +$$

$$+ \frac{(c-a)(c-a')(c'-a)(c'-a')\{(c+c'-a+1)(c+c'-a'+1)-cc'\}}{cc'(c+c'-a-a'-1)(c+c'-a-a')(c+c'-a-a'+1)(c+c'-a-a'+2)} + \ldots\ldots$$

Or plusieurs cas particuliers de la formule de M. Schellbach étaient trouvés et appliqués au calcul des sommes des séries peu convergentes par Stirling dans son mémoire célèbre «Methodus differentialis: sive tractatus de summatione et interpolatione serierum infinitarum».

Pour déduire la formule de M. Schellbach de notre formule (7) il suffit de poser

$$r = q^a,\ r' = q^{a'},\ s = q^c,\ s' = q^{c'},\ q = 1+\varepsilon$$

et ensuite faire tendre ε vers zéro.

En appliquant la formule (7) au cas où

$$s = rq \text{ et } s' = r'q,$$

on aura

$$\frac{1}{(r-1)(r'-1)} + \frac{q}{(rq-1)(r'q-1)} + \frac{q^2}{(rq^2-1)(r'q^2-1)} + \ldots\ldots$$

$$= \frac{q}{(r-1)(r'-1)(q-1)}\left\{1 - \frac{r+r'}{rr'(q+1)}\right\} +$$

$$+ \frac{(q-1)(rq-r')(r'q-r)q^3}{(r-1)(rq-1)(r'-1)(r'q-1)(q^2-1)(q^3-1)rr'}\left\{1 - \frac{r+r'}{rr'q(q^2+1)}\right\} + \ldots\ldots\ldots (8).$$

Et si l'on pose $r = r'$, la formule (8) donne

$$\frac{1}{(r-1)^2} + \frac{q}{(rq-1)^2} + \frac{q^2}{(rq^2-1)^2} + \frac{q^3}{(rq^3-1)^2} + \ldots\ldots$$

$$= \frac{\{(q+1)r-2\}q}{(r-1)^2(q^2-1)r} + \frac{(q-1)^3\{(q^3+q)r-2\}q^2}{(r-1)^2(rq-1)^2(q^3-1)(q^4-1)r} +$$

$$+ \frac{(q-1)^3(q^2-1)^3\{(q^5+q^2)r-2\}q^3}{(r-1)^2(rq-1)^2(rq^2-1)^2(q^4-1)(q^5-1)(q^6-1)r} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9).$$

Soient par exemple

$$r = 10,\ r' = 20,\ q = 4.$$

Alors en calculant

$$\frac{\{(q+1)r-2\}q}{(r-1)^2(q^2-1)r} = \frac{64}{4050} = 0{,}01580247\ldots$$

$$\frac{(q-1)^3\{(q^3+q)r-2\}q^2}{(r-1)^2(rq-1)^2(q^3-1)(q^4-1)r} = \frac{226.16}{39.39.63.2550} = 0{,}00001480\ldots$$

nous trouvons au moyen de la formule (9) pour la somme

$$\frac{1}{9^2}+\frac{4}{39^2}+\frac{16}{159^2}+\frac{64}{639^2}+\ldots\ldots$$

la valeur approchée

$$0{,}01580247+0{,}00001480=0{,}01581727$$

à moins de $\frac{1}{2.10^8}$.

Et en calculant

$$\frac{1}{(r-1)(r'-1)}=\frac{1}{171}=0{,}00584795\ldots$$

$$\frac{q^2}{(rq-1)(r'q-1)(q-1)}\left\{1-\frac{r+r'}{rr'q(q+1)}\right\}=\frac{16}{9243}\left(1-\frac{3}{400}\right)=0{,}00171805\ldots$$

nous trouvons au moyen de la formule (8) pour la somme

$$\frac{1}{9.19}+\frac{4}{39.79}+\frac{16}{159.319}+\frac{64}{639.1279}+\ldots\ldots$$

la valeur approchée

$$0{,}00584795+0{,}00171805=0{,}0075660$$

à moins de $\frac{1}{10^7}$.

§ 4. Posons maintenant

$$U_{x,z}=\frac{a(a+1)\ldots\ldots(a+z-1)(a^2-h^2)\{(a+1)^2-h^2\}\ldots\{(a+z-1)^2-h^2\}}{b(b+1)\ldots\ldots(b+x+z-1)(b^2-h^2)\{(b+1)^2-h^2\}\ldots\{(b+x+z-1)^2-h^2\}}(A_x+B_xz)$$

$$V_{x,z}=\frac{C_x+D_xz+F_xz^2}{A_x+B_xz}U_{x,z}$$

Dans ce cas la condition (1) se réduit à celle-ci

$$\begin{aligned}&(A_x+B_xz)(b+x+z)\{(b+x+z)^2-h^2\}-A_{x+1}-B_{x+1}z=\\&=(C_x+D_xz+F_xz^2)(b+x+z)\{(b+x+z)^2-h^2\}-\\&\{C_x+D_x(z+1)+F_x(z+1)^2\}(a+z)\{(a+z)^2-h^2\},\end{aligned}$$

qui est équivalente à cinq équations.

En introduisant les variables nouvelles

$$z_1=z+a,\quad x_1=b-a+x$$

et en faisant pour abréger

$$b-a=\delta,\ A_x-B_xa=A'_x,\ C_x-D_xa+F_xa^2=C'_x,\ D_x-2F_xa=D'_x$$

nous obtenons

$$\begin{aligned}&(A'_x+B_xz_1)(x_1+z_1)\{(x_1+z_1)^2-h^2\}-A'_{x+1}-B_{x+1}z_1=\\&=(C'_x+D'_xz_1+F_xz_1^2)(x_1+z_1)\{(x_1+z_1)^2-h^2\}-\{C'_x+D'_x(z_1+1)+F_x(z_1+1)^2\}z_1(z_1^2-h^2).\end{aligned}$$

De là on tirera d'abord

$$B_x = (3x_1 - 2)F_x, \qquad A'_x + 3x_1 B_x = (3x_1 - 1)D'_x + (3x_1^2 - 1)F_x$$

$$A'_{x+1} = (x_1 - h)x_1(x_1 + h)(A'_x - C'_x)$$

$$A'_{x+1} + hB_{x+1} = x_1(x_1 + h)(x_1 + 2h)\{A'_x - C'_x + h(B_x - D'_x) - h^2 F_x\}$$

$$A'_{x+1} - hB_{x+1} = (x_1 - 2h)(x_1 - h)x_1\{A'_x - C'_x - h(B_x - D'_x) - h^2 F_x\}$$

ensuite

$$A'_x = (3x_1 - 1)D'_x - (6x_1^2 - 6x_1 + 1)F_x$$

$$3(A'_x - C'_x) = 3x_1(D'_x - B_x) + (x_1^2 + 2h^2)F_x = 3x_1 D'_x - (8x_1^2 - 6x_1 - 2h^2)F_x$$

$$B_{x+1} = (3x_1 + 1)F_{x+1} = x_1(x_1^2 - h^2)\{2(D'_x - B_x) + x_1 F_x\} =$$

$$= x_1(x_1^2 - h^2)\{2D'_x - (5x_1 - 4)F_x\}$$

$$D'_x = \frac{5x_1 - 4}{2}F_x + \frac{3x_1 + 1}{2x_1(x_1^2 - h^2)}F_{x+1}$$

$$A'_x = \frac{(3x_1 - 2)(x_1 - 1)}{2}F_x + \frac{(3x_1 - 1)(3x_1 + 1)}{2x_1(x_1^2 - h^2)}F_{x+1}$$

$$C'_x = \frac{10x_1^2 - 15x_1 + 6 - 4h^2}{6}F_x + \frac{(3x_1 + 1)(2x_1 - 1)}{2x_1(x_1^2 - h^2)}F_{x+1}$$

et enfin

$$F_{x+2} = -\frac{x_1(x_1^2 - h^2)(x_1^2 - 4h^2)(x_1 + 1)\{(x_1 + 1)^2 - h^2\}}{3(3x_1 + 2)(3x_1 + 4)}F_x$$

$$C_x = C'_x + D'_x a + F_x a^3 = \frac{10x_1^2 + 15(a-1)x_1 + 6(a-1)^2 - 4h^2}{6}F_x + \frac{(3x_1 + 1)(2x_1 + a - 1)}{2x_1(x_1^2 - h^2)}F_{x+1}$$

$$F_0 = \frac{B_0}{3\delta - 2}, \qquad F_1 = \frac{\delta(\delta^2 - h^2)}{9\delta^2 - 1}\{2A_0 - (a + b - 1)B_0\}.$$

De cette manière nous transformons la somme

$$\sum_{z=0}^{z=\infty} \frac{a(a+1)\ldots\ldots(a+z-1)(a^2-h^2)\{(a+1)^2-h^2\}\ldots\ldots\{(a+z-1)^2-h^2\}}{b(b+1)\ldots\ldots(b+z-1)(b^2-h^2)\{(b+1)^2-h^2\}\ldots\ldots\{(b+z-1)^2-h^2\}}(A_0 + B_0 z)$$

en

$$\sum_{x=0}^{x=\infty} \frac{C_x}{b(b+1)\ldots\ldots(b+x-1)(b^2-h^2)\{(b+1)^2-h^2\}\ldots\{(b+x-1)^2-h^2\}}.$$

En nous arrêtant au cas de $B_0 = 0$ et en supposant, que la partie réelle de $b - a$ est plus grande que $\frac{1}{3}$, nous aurons

$$1 + \frac{a}{b}\frac{a^2-h^2}{b^2-h^2} + \frac{a}{b}\cdot\frac{a+1}{b+1}\cdot\frac{a^2-h^2}{b^2-h^2}\cdot\frac{(a+1)^2-h}{(b+1)^2-h^2} + \ldots\ldots\ldots$$

$$= C_0 + \frac{C_1}{b(b^2-h^2)} + \frac{C_2}{b(b+1)(b^2-h^2)\{(b+1)^2-h^2\}} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

où

$$C_0, \quad C_1, \quad C_2, \ldots\ldots$$

se déterminent par les formules

$$0 = F_0 = F_2 = F_4 = F_6 = \ldots.$$

$$F_1 = \frac{2\delta(\delta^2-h^2)}{(3\delta-1)(3\delta+1)}$$

$$C_0 = \frac{(3\delta+1)(2\delta+a-1)}{2\delta(\delta^2-h^2)}F_1, \qquad C_1 = \frac{10(\delta+1)^2+15(a-1)(\delta+1)+6(a-1)^2-4h^2}{6}F_1$$

$$F_3 = -\frac{(\delta+1)\{(\delta+1)^2-h^2\}\{(\delta+1)^2-4h^2\}(\delta+2)\{(\delta+2)^2-h^2\}}{3(3\delta+5)(3\delta+7)}F_1$$

$$C_2 = \frac{(3\delta+7)(2\delta+a+3)}{2(\delta+2)\{(\delta+2)^2-h^2\}}F_3, \qquad C_3 = \frac{10(\delta+3)^2+15(a-1)(\delta+3)+6(a-1)^2-4h^2}{6}F_3$$

$$F_5 = -\frac{(\delta+3)\{(\delta+3)^2-h^2\}\{(\delta+3)^2-4h^2\}(\delta+4)\{(\delta+4)^2-h^2\}}{3(3\delta+11)(3\delta+13)}F_3$$

$$C_4 = \frac{(3\delta+13)(2\delta+a+7)}{2(\delta+4)\{(\delta+4)^2-h^2\}}F_5, \qquad C_5 = \frac{10(\delta+5)^2+15(a-1)(\delta+5)+6(a-1)^2-4h^2}{6}F_5$$

etc.

Si la différence $h-\delta$ est égale à un nombre entier positif, la partie droite de la formule (10) se réduit à un nombre limité de termes.

Par exemple dans le cas de $h = b-a+1$ la formule (10) donne

$$\sum_{k=0}^{k=\infty}\frac{a+k-1}{a-1}\cdot\frac{b+k}{b}\cdot\frac{2a-b-1}{2b-a+1}\cdot\frac{2a-b}{2b-a+2}\cdot\ldots\cdot\frac{2a-b+k-2}{2b-a+k} = \frac{2b-a-1}{3b-3a-1} - \frac{(b-a)(a+b-1)(2b-2a+1)}{b(a-1)\{9(b-a)^2-1\}}$$

§ 5. En passant aux cas particuliers de la formule (10) posons d'abord

$$a = 1, \quad b = 2.$$

Dans ce cas

$$\delta = 1, \quad F_1 = \frac{1-h^2}{4}, \quad F_3 = -\frac{(1-h^2)^2(2^2-h^2)(3^2-h^2)}{2.4.5}$$

$$F_{2k+1} = (-1)^k\frac{1.2.3\ldots(2k+1)(1-h^2)^2(2^2-h^2)^2\ldots(k^2-h^2)^2\{(k+1)^2-h^2\}\ldots\{(2k+1)^2-h^2\}}{2(k+1)(k+2)\ldots(3k+1)(3k+2)}$$

$$C_{2k} = \frac{2(3k+2)}{(2k+1)^2-h^2}F_{2k+1}, \qquad C_{2k+1} = \frac{2}{3}\{10(k+1)^2-h^2\}F_{2k+1}$$

et la formule (10) se réduit à celle ci

$$\frac{1}{1-h^2}+\frac{1}{2\,(2^2-h^2)}+\frac{1}{3\,(3^2-h^2)}+\frac{1}{4\,(4^2-h^2)}+\ldots\ldots$$

$$=\sum_{k=0}^{k=\infty}(-1)^k\frac{(1-h^2)\,(2^2-h^2)\ldots(k^2-h^2)}{(k+1)\,(k+2)\ldots(3k+1)\,(3k+2)}\left\{\frac{3k+2}{(2k+1)^2-h^2}+\frac{10\,(k+1)^2-h^2}{6\,(k+1)\,\{(2k+2)^2-h^2\}}\right\}\qquad(11)$$

Soit $h=0$, on aura

$$1+\frac{1}{2^3}+\frac{1}{3^3}+\frac{1}{4^3}+\frac{1}{5^3}+\ldots\ldots$$

$$=\sum_{k=0}^{k=\infty}\frac{(-1)^k(1.2.3\ldots k)^2}{(k+1)\,(k+2)\ldots(3k+1)}\left\{\frac{1}{(2k+1)^2}+\frac{5}{4\,(3k+2)\,(3k+3)}\right\}.$$

En désignant

$$\frac{(-1)^k(1.2.3\ldots k)^2}{(k+1)\,(k+2)\ldots(3k+1)}\left\{\frac{1}{(2k+1)^2}+\frac{5}{4\,(3k+2)\,(3k+3)}\right\}$$

par P_k et la somme $P_0+P_1+\ldots+P_k$ par S_k, calculons

$S_0,\ S_1,\ S_2,\ S_3,\ldots\ldots$:

$S_0=P_0=$	1,20833	33333	33333	33333	33333	33333	33333...
$P_1=$	−0,00636	57407	40740	74074	07407	40740	74074...
$S_1=$	1,20196	75925	92592	59259	25925	92592	59259...
$P_2=$	0,00009	10493	82716	04938	27160	49382	71605...
$S_2=$	1,20205	86419	75308	64197	53086	41975	30864...
P_3		−17784	44061	60732	69134	49362	42895...
$S_3=$	1,20205	68635	31247	03464	83951	92612	87969...
P_4		+406	21733	74342	68651	19986	81311...
$S_4=$	1,20205	69041	52980	77807	52603	12599	69280...
P_5		−10	19931	63336	15783	42325	46211
$S_5=$	*1,20205*	*69031*	33049	14471	36819	70274	23069
P_6			+27287	78371	70449	26355	80735
S_6			60336	92843	07268	96630	03804
P_7			−764	15022	16067	35867	66525
S_7			59572	77820	91201	60762	37279
P_8			+22	14707	25320	68820	32803
S_8			*59594*	92528	16522	29582	70082
P_9				−65933	60502	16931	35621
$S_9=$	*1,20205*	*69031*	*59594*	26594	56020	12651	34461

$S_9 =$	*1,20205*	*69031*	*59594*	26594	56020	12651	34461
P_{10}				+ 2005	61817	53446	10052
S_{10}				28600	17837	66097	44513
P_{11}				— 62	09551	21588	08250
S_{11}				28538	08286	44509	36263
P_{12}				+ 1	95109	46008	23157
S_{12}				28540	03395	90517	59420
P_{13}					— 6207	65108	49520
$S_{13} =$	*1,20205*	*69031*	*59594*	*28539*	97188	25409	09900
P_{14}					+ 199	63604	39832
S_{14}					97387	89013	49732
P_{15}					— 6	48033	47858
S_{15}					*97381*	40980	01874
P_{16}						+ 21208	08372
S_{16}						62188	10246
P_{17}						— 699	09690
S_{17}						61489	00556
P_{18}						+ 23	19317
S_{18}						61512	19873
P_{19}							— 77389
$S_{19} =$	*1,20205*	*69031*	*59594*	*28539*	*97381*	*61511*	42484
P_{20}							+ 2596
S_{20}							45080
P_{21}							— 86
S_{21}							44994

Par conséquent

$$\sum_{k=0}^{k=\infty} \frac{1}{k^3} = 1{,}20205\ 69031\ 59594\ 28539\ 97381\ 61511\ 450$$

exact à moins de $\frac{1}{2.10^{33}}$.

§ 6. Posons dans la formule (10)

$$h = 0 \quad \text{et} \quad b = a + 1,$$

nous aurons

$$F_{2k+1} = \frac{(-1)^k}{2} \frac{\{1.2.3.4.\ldots.(2k+1)\}^3 (1.2.3\ldots k)^3}{1.2.3.4.\ldots.(3k+1)(3k+2)}$$

$$C_{2k} = \frac{(3k+2)(4k+a+1)}{(2k+1)^3} F_{2k+1}\ ,\quad C_{2k+1} = \frac{20(k+1)^2+15(a-1)(k+1)+3(a-1)^2}{3} F_{2k+1}$$

et ensuite

$$\frac{1}{a^3} + \frac{1}{(a+1)^3} + \frac{1}{(a+2)^3} + \frac{1}{(a+3)^3} + \ldots\ldots$$

$$= \sum_{k=0}^{k=\infty} \frac{F_{2k+1}}{a^3(a+1)^3.\ldots.(a+2k)^3} \left\{ \frac{(3k+2)(4k+a+1)}{(2k+1)^3} + \frac{20(k+1)^2+15(a-1)(k+1)+3(a-1)^2}{3(a+2k+1)^3} \right\} \quad (12).$$

Par exemple

$$\frac{1}{11^3} + \frac{1}{12^3} + \frac{1}{13^3} + \frac{1}{14^3} + \ldots. = \sum_{k=0}^{k=\infty} P'_k\ ,$$

où on a

$$P'_k = \frac{(-1)^k \{1.2.3\ldots(2k+1)\}^3 (1.2.3\ldots k)^3}{11^3.12^3.\ldots.(2k+11)^3\, 1.2.3\ldots(3k+2)} \left\{ \frac{(3k+2)(2k+6)}{(2k+1)^3} + \frac{5}{24} \frac{2k^2+19k+47}{(k+6)^3} \right\}.$$

Voici les valeurs de

$$P'_0,\ P'_1,\ P'_2, \ldots.$$

et celles des sommes

$$P'_0 + P'_1 = S'_1\ ,\quad P'_0 + P'_1 + P'_2 = S'_2, \ldots\ldots:$$

$P'_0 = 0{,}00452$	49180	27845	02509	02041	53565	03510...
P'_1	— 5	42448	95733	74321	65966	93456
$S'_1 = 0{,}00452$	49174	85396	06775	27719	87598	10054
P'_2		+ 4	96628	69765	35065	34745
$S'_2 = 0{,}00452$	49174	85401	03403	97485	22663	44799
P'_3			— 30	87571	99101	53449
$S'_3 = 0{,}00452$	49174	85401	03373	09913	23561	91350
P'_4				+ 605	76904	17114
$S'_4 = 0{,}00452$	49174	85401	03373	10519	00466	08464
P'_5					— 25952	32549
$S'_5 = 0{,}00452$	49174	85401	03373	10518	74513	75915
P'_6					+ 19	66573
$S'_6 = 0{,}00452$	49174	85401	03373	10518	74533	42488
P'_7						— 2306
$S'_7 = 0{,}00452$	49174	85401	03373	10518	74533	40182

En ajoutant à S_7' le nombre

$$1+\frac{1}{2^3}+\frac{1}{3^3}+\frac{1}{4^3}+\frac{1}{5^3}+\frac{1}{6^3}+\frac{1}{7^3}+\frac{1}{8^3}+\frac{1}{9^3}+\frac{1}{10^3}=$$

$$=1{,}19753\quad 19856\quad 74193\quad 25166\quad 86862\quad 86978\quad 04813\ldots,$$

nous obtenons pour la somme

$$\sum_{k=0}^{k=\infty}\frac{1}{k^3}$$

la même valeur approchée

$$1{,}20205\ 69031\ 59594\ 28539\ 97381\ 61511\ 450$$

qu'auparavant (§ 5).

§ 7. Nous venons appliquer la formule (10) au calcul de la somme

$$1+\left(\frac{1}{2}\right)^3+\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^3+\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^3+\left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\right)^3+\ldots=\sum_{k=0}^{k=\infty}\left\{\frac{1.3\ 5.\ldots.(2k-1)}{2.4.6.\ldots.2k}\right\}^3,$$

qui a été déterminée par M. Kummer jusqu'à la neuvième décimale dans son mémoire[1]) «Eine neue Methode, die numerischen Summen langsam convergirender Reihen zu berechnen».

A ce but nous trouvons d'abord par calcul direct

$$1+\left(\frac{1}{2}\right)^3+\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^3+\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^3=1{,}20825\ \ 19531\ \ 25.$$

Aprés cela nous posons dans la formule (10)

$$h=0\ ,\ a=\frac{9}{2}\ ,\ b=5$$

et transformons ainsi la somme

$$\sum_{k=4}^{k=\infty}\left\{\frac{1.3.5.\ldots.(2k-1)}{2.4.6.\ldots.2k}\right\}^3=\left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\right)^3\sum_{k=0}^{k=\infty}\left\{\frac{\frac{9}{2}.\frac{11}{2}.\cdots.(k+\frac{7}{2})}{5.6.7.\ldots.(k+4)}\right\}^3$$

en

$$\sum_{k=0}^{k=\infty}Q_k\ ,$$

où l'on a

$$Q_k=\left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\right)^3\frac{F_{2k+1}}{5^3.6^3.\ldots.(2k+4)^3}\left\{\frac{(12k+5)(8k+9)}{(4k+1)^3}+\frac{160k^2+660k+699}{24(2k+5)^3}\right\}$$

---

1) Crelle's Journal, B. XVI.

et

$$F_{2k+1} = \frac{(-1)^k}{2^{6k}} \cdot \frac{\{1.3.5.7.9\ldots(4k+1)\}^3\,\{3.7.11\ldots(4k-1)\}^3}{1.5.9.13.17\ldots(12k+5)}.$$

Les trois termes

$$Q_0 = \quad 0{,}18495\ 22471\ 428\ldots$$
$$Q_1 = -0{,}00000\ 02706\ 443\ldots$$
$$Q_2 = \quad 0{,}00000\ 00000\ 623\ldots$$

suffisent pour déterminer la somme $\sum_{k=0}^{k=\infty} Q_k$ totale avec douze décimales.

Par addition de ces trois nombres nous obtenons

$$\sum_{k=0}^{k=\infty} Q_k = 0{,}18495\ 19765\ 61 \text{ exact à 12 décimales}$$

et enfin

$$\sum_{k=0}^{k=\infty} \left\{ \frac{1.3.5\ldots(2k-1)}{2.4.6\ldots 2k} \right\}^3 = 1{,}20825\ 19531\ 25 + 0{,}18495\ 19765\ 61$$
$$= 1{,}39320\ 39296\ 86 \text{ exact aussi à 12 décimales.}$$

§ 8. Soient

$$U_{x,z} = \frac{(-1)^z\, a\,(a+1)\ldots(a+z-1)\, b\,(b+1)\ldots(b+z-1)\,(A_x + B_x z)}{(a+\delta)(a+\delta+1)\ldots(a+\delta+x+z-1)(b+\delta)\ldots(b+\delta+x+z-1)}, \quad V_{x,z} = \frac{C_x + D_x z}{A_x + B_x z} U_{x,z}.$$

La condition (1) se réduit à celle-ci

$$(A_x + B_x z)(a+\delta+x+z)(b+\delta+x+z) - A_{x+1} - B_{x+1} z =$$
$$= (C_x + D_x z)(a+\delta+x+z)(b+\delta+x+z) + (C_x + D_x + D_x z)(a+z)(b+z),$$

d'où l'on tirera

$$B_x = 2D_x\ , \quad A_x = 2C_x - (2x + 2\delta - 1) D_x$$
$$B_{x+1} = 2D_{x+1} = (x+\delta)\left\{ 2C_x - (3x + a + b + 3\delta - 2) D_x \right\}$$
$$C_x = \frac{D_{x+1}}{x+\delta} + \frac{3x + a + b + 3\delta - 2}{2} D_x\ , \quad A_x = \frac{2D_{x+1}}{x+\delta} + (x + \delta + a + b - 1) D_x$$

$$D_0 = \frac{1}{2} B_0\ , \quad D_1 = \frac{\delta}{2} A_0 - \frac{\delta(\delta + a + b - 1)}{4} B_0$$

$$D_{x+2} = -\frac{(x+\delta)(x+\delta+a-b)(x+\delta+b-a)(x+\delta+1)}{4} D_x$$

Ainsi la somme

$$\sum_{z=0}^{z=\infty}(-1)^z \frac{a(a+1)\ldots(a+z-1)\,b(b+1)\ldots(b+z-1)(A_0+B_0 z)}{(a+\delta)\ldots(a+\delta+z-1)(b+\delta)\ldots(b+\delta+z-1)}$$

se transforme en

$$\sum_{x=0}^{x=\infty}\frac{C_x}{(a+\delta)\ldots(a+\delta+x-1)(b+\delta)\ldots(b+\delta+x-1)}\,.$$

Si l'on pose

$$B_0=0\,,\quad a=b \text{ et la partie réelle de } \delta>\frac{1}{2}\,,$$

cette transformation donne

$$1-\left(\frac{a}{a+\delta}\right)^2+\left(\frac{a}{a+\delta}\cdot\frac{a+1}{a+\delta+1}\right)^2-\left(\frac{a}{a+\delta}\cdot\frac{a+1}{a+\delta+1}\cdot\frac{a+2}{a+\delta+2}\right)^2+\ldots\ldots=$$

$$=\sum_{k=0}^{k=\infty}\frac{(-1)^k\delta(\delta+2)\ldots(\delta+2k-2)(\delta+1)^3(\delta+3)^3\ldots(\delta+2k-1)^3}{2.4^k(a+\delta)^2(a+\delta+1)^2\ldots(a+\delta+2k-1)^2}\left\{1+\frac{(2k+\delta)(6k+3\delta+2a+1)}{2(a+\delta+2k)^2}\right\}\quad(13)$$

Nous allons appliquer la formule (13) au calcul de la somme

$$1-\left(\frac{1}{2}\right)^3+\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2-\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2+\ldots\ldots=\sum_{k=0}^{k=\infty}(-1)^k\left\{\frac{1.3.5.7\ldots.(2k-1)}{2.4.6.8\ldots.2k}\right\}^2.$$

A ce but nous trouvons

$$1-\left(\frac{1}{2}\right)^2+\ldots\ldots+\left(\frac{1.3.5\ldots.19}{2.4.6\ldots.20}\right)^2=\sum_{k=0}^{k=11}(-1)^k\left\{\frac{1.3\ldots(2k-1)}{2.4\ldots2k}\right\}^2=$$

$$=0{,}84939\ 63148\ 35757\ 92845\ 819\ldots$$

et en posant

$$a=\frac{23}{2}\,,\quad \delta=\frac{1}{2}$$

nous tirons de la formule (13) l'égalité suivante

$$\sum_{k=11}^{k=\infty}(-1)^k\left\{\frac{1.3.5.7.\ldots.(2k-1)}{2.4.6.8.\ldots.2k}\right\}^2=\sum_{k=0}^{k=\infty}R_k\,,$$

où l'on a

$$R_k=\left(\frac{1.3.5\ldots.21}{2.4.6\ldots.22}\right)^2\frac{(-1)^{k+1}1.5.9\ldots(4k-3)\,3^3.7^3.\ldots(4k-1)^3}{2.4^k.24^2.26^2\ldots.(4k+22)^2}\left\{1+\frac{(4k+1)(12k+51)}{2.(4k+24)^2}\right\}.$$

Enfin par addition des nombres

$$\sum_{k=0}^{k=11}(-1)^k\left(\frac{1.3.5\ldots(2k-1)}{2.4.6\ldots.2k}\right)^2 = \quad 0{,}84939\ 63148\ 35757\ 94845\ 819..$$

$$R_0 = -\,0{,}01476\ 97674\ 05866\ 21872\ 353..$$
$$R_1 = \quad 0{,}00000\ 02944\ 41731\ 49650\ 865..$$
$$R_2 = -\,0{,}00000\ 00001\ 98088\ 08398\ 309..$$
$$R_3 = \quad 0{,}00000\ 00000\ 00541\ 37909\ 795..$$
$$R_4 = -\,0{,}00000\ 00000\ 00003\ 37104\ 954..$$
$$R_5 = \quad 0{,}00000\ 00000\ 00000\ 03655\ 325..$$
$$R_6 = -\,0{,}00000\ 00000\ 00000\ 00059\ 320..$$
$$R_7 = \quad 0{,}00000\ 00000\ 00000\ 00001\ 310..$$
$$R_8 = -\,0{,}00000\ 00000\ 00000\ 00000\ 037..$$

nous obtenons

$$\sum_{k=0}^{k=\infty}(-1)^k\left\{\frac{1.3.5.7\ldots(2k-1)}{2.4.6.8\ldots.2k}\right\}^2 = 0{,}83462\ 68416\ 74073\ 18628\ 1$$

exact à 21 décimales.

Il est intéressant de comparer ce résultat numérique à celui du § précédent et aux résultats de Gauss

(α) log. vulg. $\prod\left(\frac{1}{4}\right) = 1{,}9573210837\ 1550754011$ (GaussWerke B. III, 161)

(β) $\displaystyle\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = 1{,}3110287771\ 4605990680\ 3207$ (Idem, 413)

(γ) log. hyp. $\displaystyle\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = 0{,}2708121550\ 7159155410\ 6425$ (Idem, 414)

(δ) $\displaystyle\sqrt{\frac{2}{\pi}\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}}} = 0{,}9135791381\ 5611682140\ 724259$ (Idem, 418)

au moyen des relations connues

$$\sum_{k=0}^{k=\infty}\left\{\frac{1.3.5.7\ldots.(2k-1)}{2.4.6.8..\ .2k}\right\}^3 = 2\left(\sum_{k=0}^{k=\infty}(-1)^k\left\{\frac{1.3.5.7\ldots(2k-1)}{2.4.6.8\ldots.2k}\right\}^2\right)^2$$

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = \sqrt{\frac{8}{\pi}}\prod^2\left(\frac{1}{4}\right) = \frac{\pi}{2}\cdot\sum_{k=0}^{k=\infty}(-1)^k\left\{\frac{1.3.5.7\ldots.(2k-1)}{2.4.6.8\ldots.2k}\right\}^2.$$

On s'assurera ainsi que l'erreur du résultat (β) commence à la dix-huitième décimale, puisqu'on trouvera

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = 1{,}31102\ 87771\ 46059\ 90523$$

exact à 20 décimales.

§ 9. Soient

$$U_{x,z} = \left\{ \frac{(-1)^z a(a+1)\ldots(a+z-1)}{(a+\delta)(a+\delta+1)\ldots(a+x_1+z-1)} \right\}^3 \{A_x + B_x(a+z) + C_x(a+z)^2\}$$

$$V_{x,z} = \frac{F_x + G_x(a+z) + H_x(a+z)^2}{A_x + B_x(a+z) + C_x(a+z)^2}\, U_{x,z}\ , \quad x_1 = x+\delta.$$

La condition (1) se réduit à celle-ci

$$\{A_x + B_x(a+z) + C_x(a+z)^2\}\ (a+x_1+z)^3 - A_{x+1} - B_{x+1}(a+z) - C_{x+1}(a+z)^2 =$$
$$= \{F_x + G_x(a+z) + H_x(a+z)^2\}\ (a+x_1+z)^3 +$$
$$+ \{F_x + G_x(a+z+1) + H_x(a+z+1)^2\}\ (a+z)^3,$$

d'où l'on tirera

$$C_x = 2H_x, \quad B_x = 2G_x - (3x_1-2)H_x, \quad A_x = 2F_x - (3x_1-1)G_x + (6x_1^2 - 6x_1+1)H_x$$
$$x_1^3 F_x - (3x_1-1)x_1^3 G_x + (6x_1^2 - 6x_1+1)x_1^3 H_x = 2F_{x+1} - (3x_1+2)G_{x+1} + (6x_1^2 + 6x_1+1)H_{x+1}$$
$$3x_1^2 F_x - (8x_1-3)x_1^2 G_x + (15x_1^2 - 16x_1+3)x_1^3 H_x = 2G_{x+1} - (3x_1+1)H_{x+1}$$
$$3x_1 F_x - 3(2x_1-1)x_1 G_x + (10x_1^2 - 12x_1+3)x_1 H_x = 2H_{x+1}$$
$$2G_{x+1} - (5x_1+1)H_{x+1} = -x_1^3\{2G_x - (5x_1-4)H_x\}$$

et ensuite

$$G_x = \frac{5x_1-4}{2} H_x + K(-1)^x \delta^3(\delta+1)^3 \ldots (x_1-1)^3$$

$$F_x = \frac{10x_1^2 - 15x_1 + 6}{6} H_x + \frac{2}{3x_1} H_{x+1} + K(-1)^x \delta^3(\delta+1)^3 \ldots (x_1-1)^3(2x_1-1)$$

$$8H_{x+2} + (7x_1^2 + 7x_1 + 2)(x_1+1)H_{x+1} - x_1^5(x_1+1)H_x = 0$$

$$H_0 = \frac{1}{2}C_0, \quad G_0 = \frac{1}{2}B_0 + \frac{3\delta-2}{4}C_0, \quad F_0 = \frac{1}{2}A_0 + \frac{3\delta-1}{4}B_0 - \frac{3\delta(\delta-1)}{8}C_0$$

$$K = G_0 - \frac{5\delta-4}{2}H_0 = \frac{1}{2}B_0 - \frac{\delta-1}{2}C_0, \quad H_1 = \frac{3\delta}{4}A_0 - \frac{3\delta(\delta-1)}{8}B_0 - \frac{(5\delta-3)\delta^2}{16}C_0;$$

cela étant, la somme

$$\sum_{z=0}^{z=\infty} \{A_0 + B_0(a+z) + C_0(a+z)^2\} \left\{ \frac{(-1)^z a(a+1)\ldots(a+z-1)}{(a+\delta)(a+\delta+1)\ldots(a+\delta+z-1)} \right\}^3$$

se transforme en

$$\sum_{x=0}^{x=\infty} \frac{F_x + aG_x + a^2H_x}{(a+\delta)^3\,(a+\delta+1)^3\ldots(a+\delta+z-1)^3}\,.$$

Il est important de remarquer ici, que les expressions

$$F_x,\quad G_x,\quad H_x$$

ne dépendent de a et par conséquent plus a est grand plus notre transformation est avantageuse.

En passant aux cas particuliers posons d'abord

$$A_0 = \delta - 1\,,\quad B_0 = 2\,,\quad C_0 = 0.$$

Nous obtenons ainsi la formule de M. Schellbach

$$\sum_{z=0}^{z=\infty} \frac{(-1)^z\,(2a+\delta+2z-1)\,a^3(a+1)^3\ldots(a+z-1)^3}{(a+\delta)^3\,(a+\delta+1)^3\ldots(a+\delta+z-1)^3} = \sum_{x=0}^{x=\infty} \frac{(-1)^x\,(2\delta+a+2x-1)\,\delta^3(\delta+1)^3\ldots(\delta+x-1)^3}{(a+\delta)^3\,(a+\delta+1)^3\ldots(a+\delta+x-1)^3}\,;$$

cette formule dans le cas de $\delta = 1$ se réduit à la formule de Stirling

$$\frac{1}{a^2} - \frac{1}{(a+1)^2} + \frac{1}{(a+2)^2} - \frac{1}{(a+3)^2} + \ldots = \sum_{x=0}^{x=\infty} \frac{(-1)^x\,(2x+a+1)\,1^3.2^3.3^3\ldots x^3}{2a^3\,(a+1)^3\,(a+2)^3\ldots(a+x)^3}\,.$$

Posons ensuite

$$A_0 = 1\,,\quad B_0 = C_0 = 0\,,\quad \delta = 1\,.$$

Dans ce cas notre transformation donne

$$\frac{1}{a^3} - \frac{1}{(a+1)^3} + \frac{1}{(a+2)^3} - \ldots = \frac{1}{2a^3} + \frac{3a^2+9a+4}{4a^3\,(a+1)^3} - \frac{6a^2+33a+25}{2a^3\,(a+1)^3\,(a+2)^3}$$

$$+ \frac{117a^2+936a+1107}{2a^3\,(a+1)^3\,(a+2)^3\,(a+3)^3} - 72\,\frac{40a^2+420a+664}{a^3\,(a+1)^3\,(a+2)^3\,(a+3)^3\,(a+4)^3}$$

$$+ 720\,\frac{407a^2+5291a+10490}{a^3\,(a+1)^3\,(a+2)^3\,(a+3)^3\,(a+4)^3\,(a+5)^3} - \ldots$$

Par exemple

$$\frac{1}{10^3} - \frac{1}{11^3} + \frac{1}{12^3} - \frac{1}{13^3} + \ldots = \frac{1}{2.10^3} + \frac{394}{4.10^3.11^3} - \frac{955}{2.10^3.11^3.12^3} + \frac{22167}{2.10^3.11^3.12^3.13^3}$$

$$- \frac{72.8864}{10^3.11^3.12^3.13^3.14^3} + \ldots$$

et le calcul numérique donne

$$1-\frac{1}{2^3}+\frac{1}{3^3}-\frac{1}{4^3}+\frac{1}{5^3}-\frac{1}{6^3}+\frac{1}{7^3}-\frac{1}{8^3}+\frac{1}{9^3}= \quad 0{,}90211.64764.14957..$$

$$-\frac{1}{2.10^3}=-0{,}0005$$

$$-\frac{394}{4.10^3.11^3}=-0{,}00007\ 40045\ 07889..$$

$$+\frac{955}{2.10^3.11^3.12^3}=+0{,}00000\ 02076\ 11584..$$

$$-\frac{22167}{2.10^3.11^3.12^3.13^3}=-0{,}00000\ 00021\ 93436..$$

$$+\frac{72.8864}{10^3.11^3.12^3.13^3.14^3}=+0{,}00000\ 00000\ 46028..$$

$$-\frac{720.104100}{10^3.11^3.12^3.13^3.14^3.15^3}=-0{,}00000\ 00000\ 01602..$$

En ajoutant ces nombres on trouvera

$$1-\frac{1}{2^3}+\frac{1}{3^3}-\frac{1}{4^3}+\ldots+\frac{1}{9^3}-\frac{1}{10^3}+\ldots+\frac{(-1)^{k-1}}{k^3}+\ldots=0{,}90154\ 26773\ 69642,$$

résultat dont les treize premières décimales sont exactes, puisque on a

$$\sum_{k=1}^{k=\infty}\frac{(-1)^{k-1}}{k^3}=\frac{3}{4}\sum_{k=1}^{k=\infty}\frac{1}{k^3}=0{,}90154\ 26773\ 69695..$$

§ 10. En terminant ce mémoire nous remarquons, que les transformations semblables aux précedentes peuvent être appliquées avec plus ou moins de succès aux plusieurs autres séries, et indiquons encore les formules suivantes

$$\sum_{z=0}^{z=\infty}\frac{(2z+2a+\delta-1)\,a^4.\ldots.(a+z-1)^4}{(a+\delta)^4.\ldots.(a+\delta+z-1)^4}=\sum_{x=0}^{x=\infty}\frac{(-1)^x\{5(x+\delta)^2+6(a-1)(x+\delta)+2(a-1)^2\}\delta^5..(\delta+x-1)^5}{2^{2x+1}(2\delta-1)(2\delta+1)..(2\delta+2x-1)(a+\delta)^4..(a+\delta+x-1)^4}$$

$$\sum_{z=0}^{z=\infty}\frac{1}{(a+z)^3}=\frac{1}{2}\sum_{x=0}^{x=\infty}\frac{(-1)^x\,1^5\,2^5.\ldots.x^5}{2.6.10.14\ldots(4x+2)}\cdot\frac{5(x+1)^2+6(a-1)(x+1)+2(a-1)^2}{a^4(a+1)^4.\ldots.(a+x)^4} \qquad (14)$$

$$\sum_{z=0}^{z=\infty}\left\{\frac{a(a+1)(a+2)\ldots(a+z-1)}{(a+\delta)(a+\delta+1)\ldots(a+\delta+z-1)}\right\}^4=\sum_{x=0}^{x=\infty}\frac{D_x+G_xa+H_xa^2+L_xa^3}{(a+\delta)^4(a+\delta+1)^4.\ldots.(a+\delta+x-1)^4},$$

où l'on a

$$L_0=0,\qquad L_1=\frac{5\delta^3}{(4\delta-1)(4\delta+1)},$$

$$4\frac{(4x_1+3)(4x_1+5)}{(x_1+1)^3}L_{x+2}+2(6x_1^3+9x_1^2+5x_1+1)L_{x+1}-x_1^7L_x=0,$$

$$H_x=\frac{7x_1-6}{2}L_x,\quad G_x=\frac{4x_1+1}{5x_1^3}L_{x+1}+\frac{42x_1^2-70x_1+30}{10}L_x,$$

$$D_x=\frac{(5x_1-2)(4x_1+1)}{10x_1^3}L_{x+1}+\frac{35x_1^3-84x_1^2+70x_1-20}{20}L_x,\quad x_1=x+\delta.$$

1532

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 10.

ÜBER DAS GESETZ

DER

VERÄNDERLICHKEIT DER WINDE.

VON

A. Gadolin.

(Mit 8 Tafeln.)

(*Lu le 7 novembre 1889.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. 65 Kop. = 4 Mark 15 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 10.

ÜBER DAS GESETZ

DER

VERÄNDERLICHKEIT DER WINDE.

VON

A. Gadolin.

(Mit 8 Tafeln.)

(*Lu le 7 novembre 1889.*)

LIBRARY OF CONGRESS
AUG 26 1891

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. 65 Kop. = 4 Mark 15 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Mai 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

INHALTS-VERZEICHNISS.

Seite

Das Gesetz der Veränderlichkeit der Winde ... 1
Berechnung der Constanten ... 3
Zahl der Componenten zwischen bestimmten Grenzen ... 4
Vergleichung der Theorie mit den Beobachtungen ... 4
Vergleichung für den Januar 1886 ... 5
Vergleichung für die ungeraden Stunden im Juli 1886 ... 7
Einfluss der Periodicität des mittleren Windes und der Constanten ... 7
Graphische Darstellung der täglichen Periodicität des mittleren Windes ... 10
Graphische Darstellung der täglichen Periodicität der Constanten ... 13
Correction der berechneten Wahrscheinlichkeiten für die tägliche Periodicität der Mittel ... 14
Ueber die wirkliche Grösse der wahrscheinlichen Differenzen ... 16
Einfluss eines Fehlers im mittleren Winde auf die Berechnung der Constanten ... 18
Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes innerhalb einer gegebenen Zerstreuungs-Ellipse liegt ... 18
Graphische Darstellung der Zerstreuungs-Ellipsen für den Januar und den Juli ... 19
Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes in einem Rechteck liegt, dessen Seiten den Zerstreuungs-Axen parallel sind ... 22
Berechnung der Wahrscheinlichkeit einer Wind-Richtung zwischen SW und NW ... 23
Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes mit einer Geschwindigkeit über 35 km. pro Stunde. 24
Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes in ein Parallelogramm fällt, dessen Seiten einem Paar von conjugirten Diametern der Zerstreuungs-Ellipse parallel sind ... 27
Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes zwischen zwei beliebigen parallelen Geraden liegt ... 28
Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes von der einen Seite einer beliebigen Geraden liegt 28
Anwendung auf die Berechnung der Zahl der Winde, deren Richtung in die verschiedenen Quadranten zwischen NW, SW, SE und NE fällt ... 29
Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes in verschiedenartig begrenzte Sectoren fällt ... 30

Seite

Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes in einen beliebigen Winkel fällt, dessen Scheitel im Endpunkt des mittleren Windes liegt. ... 32

Bestimmung des Luftvolumens, das durch eine vertikale Ebene im Mittel pro Stunde durchgeblasen wird ... 32

Beilage I. Bestimmung der Constanten. ... 34

Beilage II. Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, dass die Componente der Abweichung zwischen gegebene Grenzen fällt ... 36

Beilage III. Bestimmung der Veränderung, welche die Quadratsummen und die Constanten erleiden, wenn für die Componenten des mittleren Windes veränderte Werthe genommen werden. 38

Beilage IV. Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes zwischen NW und SW für 3^h p. m. im Juli ... 42

Beilage V. Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes mit einer Geschwindigkeit über 35 km. pro Stunde für den Januar-Monat 1886 ... 47

Beilage VI. Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes mit einer Geschwindigkeit über 35 km. pro Stunde für den Januar-Monat 1882 ... 50

Beilage VII. Andere Methoden zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit ... 53

Beilage VIII. Bestimmung des vom Winde durch eine gegebene vertikale Ebene transportirten Luftvolumens ... 70

Fig. 1, 2, 3, 4 im Text.

Tafeln I, II, III, IV, V, VI, VIa, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII. ... 81

Fig. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII am Schluss auf 8 Tafeln.

Wenn man nach den Beobachtungen der Registrir-Anemometer mit 32-theiliger Rose die Wind-Componenten nach einer bestimmten Richtung berechnet, die Grösse der mittleren Componente bestimmt und die Abweichungen der einzelnen Componenten von diesem Mittel der Grösse nach ordnet, so lässt sich bemerken, dass die kleineren Abweichungen öfter vorkommen als die grösseren. Diese Abhängigkeit der Zahl der Abweichungen von ihrer Grösse erinnert sehr an die Vertheilung der Beobachtungsfehler, für welche in der Wahrscheinlichkeits-Theorie bestimmte Gesetze aufgestellt worden sind. Um die Verwendbarkeit solcher Gesetze auf die Windesverhältnisse zu untersuchen haben wir eine Arbeit vorgenommen, deren Resultate in dem vorliegenden Aufsatze dargestellt sind.

Zum leichteren Verständniss denken wir uns die Winde graphisch in der Weise dargestellt, dass auf einer horizontalen Ebene, von einem Anfangspunkt A Fig. 1 aus, in der Richtung, aus welcher ein Wind bläst, eine gerade Linie AC gezogen und von dem Anfangspunkt aus eine Länge AC abgemessen wird, die der Geschwindigkeit des Windes gleich ist. Hiemit ist jeder Wind durch den Endpunkt einer Geraden auf der Ebene bezeichnet und dabei sowohl seine Richtung als auch seine Geschwindigkeit bestimmt. Denkt man sich nun ein beliebiges rechtwinkliges Coordinaten-System, dessen positive Axen-Enden z. B. nach N und E aus dem Anfangspunkt A gerichtet sind, so ist jeder Wind bestimmt durch die Coordinaten des diesem Winde zugehörigen Endpunktes; diese Coordinaten wollen wir Componenten nennen und mit u die Nord- und mit w die Ost-Componente bezeichnen.

Betrachtet man nun eine gewisse Zahl n von Winden, die zu verschiedenen Zeiten an einem bestimmten Orte stattgefunden haben und ist die Summe aller ihrer Componenten nach Nord Σu und nach Ost Σw, so kann man sich einen fingirten Wind denken, dessen Componenten $\frac{\Sigma u}{n}$ und $\frac{\Sigma w}{n}$ sind, und diesen Wind nennen wir den *mittleren Wind*. Heissen wir nun u_0 und w_0 die Componenten des mittleren Windes, so hat man also:

$$u_0 = \frac{\Sigma u}{n}, \quad w_0 = \frac{\Sigma w}{n}.$$

Führt man vom Punkte u_0, w_0, den wir mit B bezeichnet haben, eine gerade Linie BC zum Punkt u, w, so bildet diese Gerade der Richtung und Grösse nach denjenigen Wind ab, den man zum mittleren Winde fügen müsste, um den wirklichen Wind u, w als Resultante zu bekommen. Diesen hinzugefügten Wind bezeichnen wir als *Abweichung* des wirklichen Windes vom mittleren Winde und die Componenten dieser Abweichung bezeichnen wir

$$\xi = u - u_0, \qquad \eta = w - w_0.$$

Nehmen wir nun den Punkt u_0, w_0 als neuen Anfangspunkt für Coordinatenaxen, die mit den früheren parallel sind, so sind ξ und η die neuen Coordinaten des Punktes, welcher den betrachteten wirklichen Wind darstellt, und dessen frühere Coordinaten u und w waren.

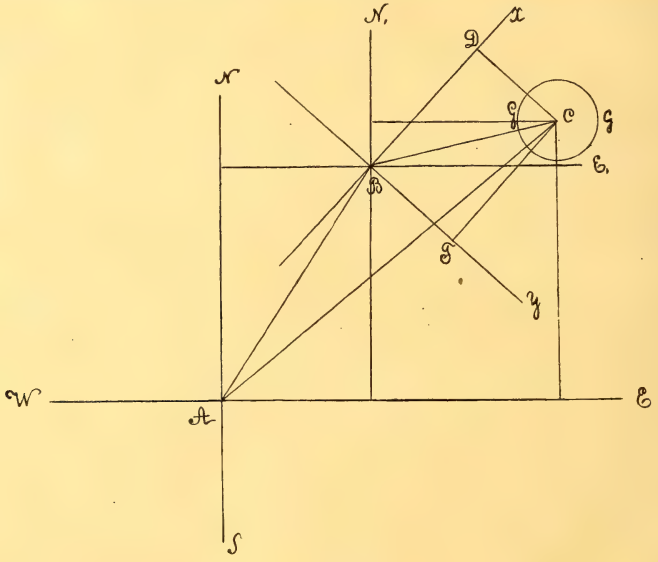


Fig. 1.

Ist nun die Gruppe der betrachteten Winde richtig gewählt, so setzen wir voraus, dass die Abweichungen der einzelnen Winde demselben Wahrscheinlichkeits-Gesetz folgen, das in der Wahrscheinlichkeits-Theorie angenommen wird für die Fehler, die man macht, wenn man durch unvollkommene Messungen die Lage eines Punktes in der Ebene bestimmt. Dieses Gesetz wollen wir nun in Anwendung auf die von uns gegebene graphische Darstellung der Winde näher betrachten.

Es seien BX und BY zwei rechtwinklige Coordinaten-Axen, deren Lage wir später bestimmen werden, und die Coordinaten des Punktes C in Bezug auf diese Axen $x = BD$ und $y = BF$. Denkt man sich in dem Punkte C eine vertikale Ordinate z, von der Grösse

$$z = \frac{kk_1}{\pi} e^{-k^2x^2 - k_1^2y^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

errichtet, wo k und k_1 zwei für jede Gruppe von Winden zu bestimmende Constanten sind, π das Verhältniss des Kreisumfangs zum Diameter und e die Basis der natürlichen Logarithmen ist, so kann man sich weiter eine Fläche denken, die alle Endpunkte der Ordinaten z für alle möglichen Lagen des Punktes C einschliesst und diese Fläche wollen wir der Kürze wegen als Fläche Z bezeichnen. Denkt man sich nun auf der Ebene unserer Zeichnung einen von einer beliebigen Curve GG begränzten Flächenraum, und in jedem Punkt dieser Curve eine vertikale Ordinate z errichtet, so bilden diese Ordinaten eine Cylinder-Fläche. Das Volumen P des Raumes, der von dieser Cylinder-Fläche und den von ihr abgeschnittenen Theilen der Fläche Z und der Ebene der Zeichnung begrenzt ist, drückt sich analytisch in folgender Weise aus:

$$P = \frac{kk_1}{\pi} \iint e^{-kx^2 - k_1 y^2} \, dx \, dy, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

wobei das Integral für den Flächenraum GG zu nehmen ist. Nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit soll man nun immer eine solche Lage der Axe X, und solche Werthe der Constanten k und k_1 finden können, auf Grundlage welcher das Volumen P die Wahrscheinlichkeit ausdrückt, dass ein Wind, der auf's Gerathewohl aus der ganzen Gruppe der betrachteten Winde genommen ist, mit seinem Endpunkte C innerhalb des Flächen-Raumes GG fällt.

Wir bemerken, dass, für $k^2x^2 + k_1^2y^2 = u^2$ einer Constanten, auch z constant ist. Somit sind für alle Punkte, für welche die Gleichung $k^2x^2 + k_1^2y^2 = u^2$ stattfindet, die Ordinaten gleich gross, und die Enden dieser Ordinaten liegen in einer horizontalen Ebene. Die Gleichung $k^2x^2 + k_1^2y^2 = u^2$ entspricht aber einer Ellipse, die wir Zerstreuungs-Ellipse nennen werden und ihre Axen Zerstreuungs-Axen. Jeder horizontale Schnitt der Fläche Z ist also eine der Zerstreuungs-Ellipsen.

Die Bestimmung der Lage der einen Zerstreuungs-Axe x und der Grössen k und k_1 setzt voraus, dass wir eine grosse Zahl von beobachteten Winden in eine gemeinsame Gruppe vereinigen; je grösser diese Zahl, desto genauer ist die Bestimmung der gesuchten Constanten. Es sei nun diese Zahl n und die Componenten nach N und E der Abweichungen der einzelnen Winde vom mittleren Winde $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \ldots \xi_n$ und $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \ldots \eta_n$, wobei wir zu bemerken haben, dass die Componenten nach S und W als negative N- und E-Componenten gerechnet werden. Nennen wir X diejenige Axe, für welche die Constante $k < k_1$ ist und γ den Winkel, den diese Axe mit der Richtung N macht, von N aus nach der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers gerechnet, so hat man:

$$(3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{tg} 2\gamma = \frac{2\,\Sigma\xi_\delta\,\eta_\delta}{\Sigma\xi_\delta^{\,2} - \Sigma\eta_\delta^{\,2}}$$

$$(4) \quad \ldots\ldots \begin{cases} \frac{1}{k^2} = \frac{1}{n}\left(\Sigma\xi_\delta^{\,2} + \Sigma\eta_\delta^{\,2} + \sqrt{4\,(\Sigma\xi_\delta\,\eta_\delta)^2 + (\Sigma\xi_\delta^{\,2} - \Sigma\eta_\delta^{\,2})^2}\right) \\ \frac{1}{k_1^{\,2}} = \frac{1}{n}\left(\Sigma\xi_\delta^{\,2} + \Sigma\eta_\delta^{\,2} - \sqrt{4\,(\Sigma\xi_\delta\,\eta_\delta)^2 + (\Sigma\xi_\delta^{\,2} - \Sigma\eta_\delta^{\,2})^2}\right) \end{cases}$$

Die Herleitung dieser Formeln findet man in der Beilage I.

Es ist zu bemerken, dass einem bestimmten Werthe von *tg* 2γ, nach der Formel (3) aus den Beobachtungen berechnet, nur *ein* positiver Werth von 2γ kleiner als π (oder 180°) entspricht. Es sei nun dieser Werth φ; dann ist entweder $\gamma = \frac{\varphi}{2}$ oder $\gamma = \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{2}$, je nachdem $\Sigma\xi_\delta\,\eta_\delta > 0$ oder < 0 ist.

Nach den Formeln (3) und (4) haben wir nun die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^{\,2}}$ für verschiedene Wind-Gruppen berechnet und die Resultate in den Tafeln IV, V, VIa, VII und XII zusammengestellt. Ehe wir an die nähere Betrachtung dieser Resultate gehen, wollen wir die Frage behandeln, ob und in wiefern man berechtigt ist, die besprochenen Wahrscheinlichkeits-Gesetze auf die Winde anzuwenden. Sind diese Formeln anwendbar, und bezeichnet $\left[P_\xi\right]_{\xi_1}^{\xi_2}$ die Wahrscheinlichkeit, dass die N-Componente ξ_δ der Abweichung eines auf's Gerathewohl genommenen Windes der Grösse nach zwischen die Grenzen ξ_1 und ξ_2 fällt, so ist:

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \left[P_\xi\right]_{\xi_1}^{\xi_2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{kk_1}{c}\xi_1}^{\frac{kk_1}{c}\xi_2} e^{-u^2}\,du,$$

wo $c = \sqrt{k^2 \sin^2\gamma + k_1^{\,2}\cos^2\gamma}$.

Hat $\left[P_\eta\right]_{\eta_1}^{\eta_2}$ die gleiche Bedeutung für die E-Componente der Abweichung des Windes vom Mittelwinde, so ist auch

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \left[P_\eta\right]_{\eta_1}^{\eta_2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{kk_1}{a}\eta_1}^{\frac{kk_1}{a}\eta_2} e^{-u^2}\,du,$$

wo $a = \sqrt{k^2\cos^2\gamma + k_1^{\,2}\sin^2\gamma}$.

Siehe Beilage II.

Für gegebene Grenzen können die Integrale (5) nach bekannten Tabellen bequem ausgerechnet werden. Wir haben dazu die Tabellen aus dem: Calcul des Probabilités par J. Bertrand (1889) p. 329 angewandt.

Um nun zu controliren, in wiefern das erwähnte Wahrscheinlichkeits-Gesetz auf die Winde anwendbar ist, haben wir verschiedene Wind-Gruppen in Betracht gezogen. Wir

haben dabei die Beobachtungen benutzt, die in dem Jahrgang 1886 der Annalen des physikalischen Central-Observatoriums herausgegeben von H. Wild enthalten sind. Diese Beobachtungen sind mit dem Anemographen Fuess angestellt und geben die Windgeschwindigkeiten in Kilometer per Stunde und die Windrichtung in Zahlen an. Man hat zu diesem Zwecke einen ganzen Kreisumfang in 32 gleiche Theile getheilt und diese Theile numerirt, in der Ordnung von N nach rechts über E. Für jede volle Stunde ist die im Laufe der vergangenen Stunde vom Winde zurückgelegte Anzahl von Kilometern und die Mittelrichtung des Windes während dieser Stunde angegeben. Aus diesen Beobachtungen haben wir nun die N- und E-Componenten u und w für jeden beobachteten Wind berechnet, die Mittelwerthe u_0 und w_0 dieser Componenten für die ganze in Betracht gezogene Gruppe, und die Componenten $\xi = u - u_0$, $\eta = w - w_0$ der Abweichungen vom Mittel berechnet. Darnach sind mit Hülfe der Formeln (3), (4) und (5) die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$, $\left[P_\xi\right]_{\xi_1}^{\xi_2}$, $\left[P_\eta\right]_{\eta_1}^{\eta_2}$ berechnet, die letzteren für willkürlich angenommene Grenzen. Die Resultate der Berechnung der Wahrscheinlichkeiten sind in den beigelegten Tafeln I, II, III, VI, VIII, IX, X, XI und XIII angeführt. Als Grenzen ξ_1, ξ_2, η_1, η_2 sind hierbei successive 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 und ∞ angenommen wurden. Die in den Tafeln gegebenen Wahrscheinlichkeiten sind die doppelten der in den Formeln gegebenen, und stellen die Wahrscheinlichkeit dar, dass die betreffende Componente je zwischen die gegebenen Grenzen fällt, diese Grenzen sowohl positiv als auch negativ genommen. Nebenbei sind in der Columne «Beobacht.» die Zahl der zwischen diesen Grenzen beobachteten Componenten, dividirt durch die volle Zahl der Beobachtungen, angeführt. Die Differenzen der in dieser Weise erhaltenen beobachteten Wahrscheinlichkeiten von den theoretischen sind in zwei besonderen Columnen mitgetheilt. In den Columnen nebenbei sind die wahrscheinlichen Grössen dieser Differenzen angegeben. Diese sind berechnet nach der gewöhnlichen Formel

$$0{,}477\sqrt{\frac{2p(1-p)}{n}}, \qquad (6)$$

wo n die Zahl der Beobachtungen und p die theoretische Wahrscheinlichkeit ist, dass eine einzelne Componente zwischen die betreffenden Grenzen fällt. Diese p sind die Grössen, die in den Columnen mit der Aufschrift «Theoret.» gegeben sind und somit

$$p = 2\left[P_\xi\right]_{\xi_1}^{\xi_2} \quad \text{oder} \quad p = 2\left[P_\eta\right]_{\eta_1}^{\eta_2}.$$

Der Begriff «Wahrscheinliche Differenz» stimmt mit dem üblichen vom Wahrscheinlichen Fehler überein, d. h. man hat eben so viele Chancen, eine Differenz grösser als die wahrscheinliche, wie eine Differenz kleiner als die wahrscheinliche vorzufinden.

Betrachten wir zuerst die Zahlen (Tafel I), die wir bei der Zusammenstellung der Stunden 7^h a. m., 1^h p. m. und 9^h p. m. für den Januar erhalten haben. Für die Compo-

nente ξ übertreffen die Unterschiede der beobachteten Wahrscheinlichkeiten von den theoretischen nur wenig die wahrscheinlichen Differenzen, und könnte dieses als eine directe Bestätigung der Theorie angesehen werden, wenn nicht gleichzeitig für η Differenzen stattfinden würden, von denen einige die wahrscheinliche Differenz mehr als drei Mal übertreffen. Wir werden jedoch unten sehen, dass dieser Widerspruch mit der Theorie nur scheinbar ist, und seine Erklärung in Umständen findet, die wir bisher nicht in Betracht gezogen haben. In der Tafel II finden wir eine ähnliche Zusammenstellung für alle ungeraden Stunden vom Januar 1886, und der Vergleich der Beobachtung mit der Theorie giebt ein ähnliches Resultat; für die Componente ξ ist die Uebereinstimmung befriedigend, und für η sind zwei Differenzen drei Mal und mehr grösser als die wahrscheinlichen Differenzen. Es muss aber bemerkt werden, dass hierbei, in Folge der vier Mal grösseren Zahl der Beobachtungen, die wahrscheinlichen Differenzen zwei Mal kleiner sind als in der Tafel I. Beim Vergleich der Zahlen beider Tafeln mit einander, findet man, dass diejenigen Unterschiede welche in den beiden Tafeln am meisten der Theorie zu widersprechen scheinen, in der zweiten Tafel einen viel kleineren absoluten Werth haben, als in der ersten Tafel. Es hat also die Vergrösserung der Zahl der Beobachtungen eine auffallende Annäherung der beobachteten Wahrscheinlichkeiten an die theoretischen bewirkt. Wir können jedoch vorläufig diese Annäherung noch nicht als genügend annerkennen, da die noch bleibenden Unterschiede zu gross sind im Vergleich mit den wahrscheinlichen Differenzen. Es muss aber bemerkt werden, dass die Formel (6), die wir benutzt haben, um die wahrscheinlichen Differenzen zu berechnen, nur dann stichhaltig ist, wenn die einzelnen Beobachtungen von einander ganz unabhängig sind, was in dem betrachteten Falle nicht stattfindet. Der Wind ändert sich nämlich im Allgemeinen nur allmählig, so dass der Wind einer Stunde betrachtet werden kann als zusammengesetzt aus dem Winde der vorhergehenden Stunde und einer Zusatz-Componente, die überhaupt nicht gross ist. Die Wirkung von diesem Umstande ist dieselbe als die von einer verminderten Zahl von Beobachtungen. Um dieses klar zu machen, stellen wir uns vor, dass während vier auf einander folgenden Stunden derselbe Wind wehe, und erst in den vier folgenden Stunden ein anderer Wind, der von dem früheren ganz unabhängig ist und so fort. Da wir nun für die in der Tafel II gegebenen Zahlen die Beobachtungen an allen ungeraden Stunden in Betracht gezogen haben, so würden je zwei von den Beobachtungen zusammenfallen, und die Zahl der wirklich von einander unabhängigen Beobachtungen würde zweimal kleiner sein, als wir es bei der Berechnung der wahrscheinlichen Differenz vorausgesetzt haben. Die Formel (6) zeigt, dass unter solchen Umständen die wahrscheinlichen Differenzen $\sqrt{2} = 1{,}41$ mal grösser sein müssten, als wir sie in der Tafel angegeben haben, und dann würde die bemerkte Abweichung der Theorie von den Beobachtungen auf einmal wegfallen. Um diese Erklärung ebenfalls auf die Tafel I anwenden zu können, müsste man annehmen, dass die Beharrlichkeit der Winde sich auf 6 Stunden und mehr ausdehnt. Dieses ist auch in der That der Fall; weiter unten werden wir auf diese Beharrlichkeit der Winde näher eingehen, mittlerweile aber auch andere Umstände

angeben, die ebenfalls eine scheinbare Abweichung der Theorie von der Beobachtung ersehen lassen können.

In der Tafel III finden wir eine Zusammenstellung der direct aus den Beobachtungen bestimmten Wahrscheinlichkeiten der Wind-Componenten mit den theoretischen Wahrscheinlichkeiten für die ungeraden Stunden im Juli. Der Vergleich der Unterschiede beider Wahrscheinlichkeiten mit den wahrscheinlichen Differenzen zeigt hier eine weit geringere Uebereinstimmung der Theorie mit der Beobachtung, als es für den Januar der Fall war. Ein gemeinsamer Zug für beide Monate liegt darin, dass die kleinen Componenten (von 0 bis 5 km. in der Stunde) weit seltener vorkommen, als die Theorie fordert. Die Nichtübereinstimmung mit der Theorie stellt man hier unwillkürlich in Zusammenhang mit dem Umstande, dass in den Grössen $\Sigma\xi^2$, $\Sigma\eta^2$, $\Sigma(\xi+\eta)^2$*) Tafel IV für die einzelnen Stunden im Juli eine entschiedene Periodicität hervortritt mit einem Maximum um die Mitte des Tages und einem Minimum um die Mitte der Nacht. Dieselbe Periodicität ist wohl auch für den Januar bemerkbar, jedoch nicht so stark ausgesprochen wie für den Juli. Da nun diese Quadratsummen zur Berechnung der Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ dienen, so haben auch diese Grössen eine tägliche Periode. In der Tafel V sind diese Grössen angegeben für jede der Stunden 7^h a. m. 1^h p. m. 9^h p. m. sowohl für den Januar als für den Juli. Bei der Berechnung dieser Grössen hat man für ξ und η die Componenten der Abweichungen der Winde vom mittleren Winde einer jeden dieser Stunden für den Monat genommen. Man ersieht aus der Tafel, dass die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ für die verschiedenen Stunden im Januar viel weniger verschieden sind als für den Juli. Eine Verschiedenheit dieser Grössen, für einzelne Stunden berechnet, ist wohl auch schon als eine Folge der kleinen Zahl (31) der Beobachtungen zu erwarten, weil die Wirkung von zufälligen Ursachen dann noch wenig ausgeglichen sein kann. Andererseits aber, wenn eine entschiedene Periodicität hervortritt, so ist es wahrscheinlich, dass bei einer grösseren Zahl von Beobachtungen die Unterschiede nicht nur nicht ausgeglichen werden, sondern im Gegentheil die Periodicität noch entschiedener und regelmässiger auftreten wird, nicht nur für $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ sondern auch für γ. Wir haben oben auf die Periodicität der Grössen $\Sigma\xi^2$, $\Sigma\eta^2$, $\Sigma(\xi+\eta)^2$, in der Tabelle IV hingewiesen und dass hieraus eine tägliche Periodicität der Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ folgen würde. Dieser Schluss muss aber noch verificirt werden, weil die Periodicität der Quadratsummen von einer Ursache herrühren könnte, welche die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ für die einzelnen Stunden unberührt lassen könnte. Es sind nämlich die in der Tafel IV in Betracht genommenen ξ und η die Componenten der Abweichungen der einzelnen Winde von dem mittleren Winde aller ungeraden Stunden für den ganzen Monat. Da nun der mittlere Wind auch eine tägliche Periode hat,

*) Diese letzten Summen sind von mir berechnet um die Berechnung von $\Sigma\xi\eta$ zu erleichtern. Man hat nämlich $2\,\Sigma\xi\eta = \Sigma(\xi+\eta)^2 - \Sigma\xi^2 - \Sigma\eta^2$.

so kann die Periodicität der Quadratsummen davon abhängen, dass man für jede Stunde bei der Herleitung der Grössen ξ und η nicht den mittleren Wind für diese Stunde, sondern das Mittel für alle Stunden in Betracht genommen hat. Wir werden unten sehen, dass die Periodicität der Quadratsummen jedoch nicht aus diesem Grunde allein zu erklären ist, und dass eine wirkliche tägliche Periodicität der Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ stattfindet.

Eine Periodicität der Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$, eben sowie eine Periodicität des mittleren Windes, können aber zu solchen scheinbaren Abweichungen der beobachteten Wahrscheinlichkeiten der Winde von den theoretischen Veranlassung geben, wie wir sie vorgefunden haben, nämlich so, dass die Zahl der Componenten der Wind-Abweichungen zwischen gegebenen Grenzen nicht mit der theoretischen Zahl übereinstimmen wird. Um dieses zu verdeutlichen denken wir uns die Componenten der Wind-Abweichungen längs den Axen der Zerstreuungs-Ellipse als Abcissen x und y in einer horizontalen Ebene, und setzen als vertikale Ordinate die Grösse

$$z = \frac{kk_1}{\pi} e^{-k^2 x^2 - k_1^2 \eta^2},$$

so bilden die Enden der Ordinaten die Fläche Z, die das Wahrscheinlichkeits-Gesetz ausdrückt. Die Maximum-Ordinate steht über dem Punkte $x = o$, $y = o$, welcher dem mittleren Winde entspricht. Denkt man sich nun auf derselben Abcissen-Ebene ein anderes Windsystem in derselben Weise aufgeführt, wo aber der mittlere Wind ein anderer ist, die Grössen k und k_1 dieselben oder andere Werthe haben, und die Lage der Axen der Zerstreuungs-Ellipse dieselbe oder eine andere ist, so giebt die halbe Summe der Ordinaten der beiden Flächen Z über einem jedem Punkte eine Grösse, die als Ordinate einer neuen Fläche Z_1 zu setzen ist, damit diese Fläche die Wahrscheinlichkeit gebe für Winde in einem aus der Vereinigung der beiden anderen entstandenen Windsysteme, und diese neue Fläche hat schon nicht eine Gleichung der Form (1), wie wir es überhaupt für Wind-Gruppen vorausgesetzt haben. Setzt man nun eine grosse Zahl von verschiedenen Windsystemen in derselben Weise zusammen, so kann wohl jedes einzelne System dem Gesetze (1) folgen, und das zusammengesetzte System doch von diesem Gesetze abweichen. Es ist wohl denkbar, dass bei der Zusammensetzung von einer unendlichen Zahl von Windsystemen, von denen jedes dem Gesetze (1) folgt, die aber verschiedene mittlere Winde und verschiedene Werthe von γ, k und k_1 haben, das zusammengesetzte Windsystem auch einem ähnlichen Gesetze folgen wird; allgemein wird aber dieses nicht der Fall sein. Denkt man sich nun, dass für die Winde einer jeden bestimmten Stunde das Gesetz (1) gelte, und dass für jede Stunde der mittlere Wind ein anderer ist und auch die Grössen γ, k, k_1 in Folge der Periodicität andere Werthe haben, so kann es sein, dass für ein Windsystem, welches aus den Winden aller Stunden des Tages zusammengesetzt ist, ein solches Gesetz nicht mehr gültig ist. Gerade solche Systeme, wo verschiedene Stunden des Tages zusammengefasst worden sind, haben wir oben betrachtet, und es waren somit dabei Abweichungen von dem hypothetischen Ge-

setz zu erwarten. Unter Anderem haben wir bemerkt, dass die kleinen Componenten der Windabweichungen in der Wirklichkeit seltener vorkommen, als es die Theorie fordert. Gerade eine solche Abweichung von der Theorie war zu erwarten. Um dieses zu erläutern, denken wir uns zwei Windsysteme, in denen wir, der Einfachheit der Auseinandersetzung wegen nur eine Verschiedenheit im mittleren Winde voraussetzen werden, den übrigen Constanten in den beiden Systemen gleiche Werthe zuschreibend. Denken wir uns die beiden Flächen Z von einer verticalen Ebene durchschnitten, die durch die Punkte der mittleren Winde gehe. In der Figur I haben wir die Durchschnitte dieser Vertical-Ebene mit der horizontalen Abcissen-Ebene und den Flächen Z verzeichnet. Um diese Construction auszuführen, haben wir einen Fall genommen, der nicht weit entfernt ist von demjenigen, den man erhalten würde, wenn man die Windsysteme von zwei passend gewählten Stunden im Juli nehmen würde. Wir denken uns den Durchschnitt, gemacht in der Richtung der kleineren Axe der Zerstreuungs-Ellipse, und haben für diese Axe $\frac{1}{k_1^2} = 100$ genommen, und 4 Kilometer in der Stunde für den Unterschied der Componenten nach der Richtung y der mittleren Winde der beiden Systeme. Die beiden Curven, deren Scheitel über die mit $+2$ und -2 auf der Abcissenaxe bezeichneten Punkte fallen, haben die Gleichungen

$$z = \frac{kk_1}{\pi} e^{-k_1^2 \eta^2}.$$

Das arithmetische Mittel aus den über jedem Punkt der Abcissenaxe liegenden Ordinaten der beiden Curven ist als Ordinate einer dritten Curve genommen, die punktirt gezeichnet ist. Wir nehmen nun an, dass dieses zusammengesetzte Windsystem wirklich existirte und dass man darüber eine Reihe von Beobachtungen gemacht habe. Aus diesen Beobachtungen habe man sodann den Werth von $\frac{1}{k_1^2}$ für das zusammengesetzte System berechnet, in der Voraussetzung, dass dieses System dem Gesetze (1) gehorcht. Wir geben weiter unten einen Ausdruck für die Aenderung, welche die Grössen k und k_1 erfahren, wenn man einen veränderten Werth für die Geschwindigkeit des mittleren Windes annimmt. Auf den jetzigen Fall angewandt zeigt dieser Ausdruck, dass die Aenderung der Grösse $\frac{1}{k_1^2}$ vier positive Einheiten ausmachen würde. Für diesen veränderten Werth von k_1 ist nun die stetige Curve gezeichnet, die mit ihrem Scheitel über dem Nullpunkt der Abcissen-Axe liegt. Man sieht, dass von diesem Punkt an und bis zu den Abcissenenden von etwa ± 7, die ausgezogene Curve höher liegt, als die punktirte und ausserhalb dieser Grenzen im Gegentheil die punktirte Curve grössere Ordinaten hat. Es würde folglich die Wahrscheinlichkeit der kleinen Componenten nach der Theorie grösser ausfallen als nach der Beobachtung. Die Berechnung zeigt, dass man für diesen Fall für die theoretische Wahrscheinlichkeit einer Componente zwischen 0 und 5 km. 0,5120 und für die beobachtete 0,5032 haben würde. Der Unterschied ist 0,0088, freilich kleiner als wir es in den meisten Fällen in der Wirklichkeit gefunden haben, jedoch gross genug, um in Betracht gezogen zu werden. Für die

grösseren Componenten 5 bis 10 u. s. w. giebt die Theorie für den betrachteten Fall etwas kleinere Werthe als die Beobachtung es geben würde.

Diese Umstände haben uns bewogen, die tägliche Periodicität des mittleren Windes näher in Betracht zu ziehen. In der Abhandlung des Herrn R. Rosenthal[1]) finden wir die Werthe der mittleren Componenten N, E, S, W des Windes für jede Stunde in jedem Monat und auch in jeder Jahreszeit aus 15-jährigen Beobachtungen (1871—1885) hergeleitet. Da aber einerseits die zu Grunde gelegten Beobachtungen mit verschiedenen Instrumenten gemacht worden sind, und andererseits die Witterungs-Verhältnisse eines einzelnen Jahres vom Mittel von vielen Jahren beträchtlich abweichen können, haben wir es für nicht überflüssig erachtet, den Gang der täglichen Periode, so gut es sich machen lässt, aus dem von uns behandelten Jahre 1886 allein abzuleiten. Zu diesem Zwecke haben wir zuerst für jeden Monat einzeln die mittleren Winde jeder einzelnen Stunde graphisch dargestellt. Da jede einzelne von diesen mittleren Componenten aus einer kleinen Zahl (28 bis 31) Beobachtungen hergeleitet ist, so konnte nicht erwartet werden, dass die Wirkung der zufälligen Abweichungen ausgeglichen wäre; es hat sich jedoch gezeigt, dass die Zeichnung für jeden Monat einzeln betrachtet eine auffallende Gesetzmässigkeit der Aenderung des Windes in der Tagesperiode zeigt. Die Endpunkte der mittleren Winde für jede Stunde gruppiren sich überhaupt innerhalb einer Ellipse, auf deren grosser Axe der Endpunkt des mittleren Windes des ganzen Monats excentrisch gelegen ist. Für die acht wärmeren Monate liegt die grosse Axe dieser Ellipse in einer Richtung zwischen S und E, sowie auch für December, während diese Axe für November, Januar und Februar zwischen N und E fällt. Denkt man sich nun, dass der mittlere Wind einer gewissen Stunde in einem Monat aus dem mittleren Winde des ganzen Monats und einer besonderen Stunden-Componente zusammengesetzt ist, so findet man für jeden der acht wärmeren Monate (März—October), dass diese Stunden-Componenten von zehn Nacht- und Morgenstunden (11^h p. m. bis 8^h a. m.), und manchmal auch für angrenzende Stunden, innerhalb eines Winkels, der überhaupt kleiner ist als ein rechter, gruppirt sind. (Im August ist dieser Winkel 40°, im Juli 84° und enthält ausser den zehn erwähnten Componenten keine anderen; im Juni liegen in einem Winkel von 70° alle Stunden-Componenten von 1^h a. m. bis 8^h a. m. und keine anderen; ihnen am nächsten, aber schon ziemlich abweichend, liegen von der östlichen Seite die Componenten von 12^h Nachts und 11^h p. m.; im Mai liegen alle die erwähnten Stunden-Componenten ausser von 8^h a. m., in einem Winkel von 62°, und in denselben Winkel fällt nur noch die Componente von 10^h p. m., die Componente von 8^h a. m. weicht aber stark ab, was wohl durch die Kleinheit dieser Componente erklärt werden kann; im April fallen die zehn erwähnten Componenten in einen Winkel von 88° und ausserdem nur noch die Componenten der angrenzenden Abendstunden 7^h p. m. bis 10^h p. m.; im März ist ausnahmsweise der Winkel gross 124°, und in ihn fallen auch die Componenten der angrenzenden Abendstunden 8^h p. m. bis 10^h p. m., aber

1) Repertorium für Meteorologie von Dr. H. Wild, Bd. XI, № 11, Seiten 15, 16, 22 (1888).

keine anderen; im September fallen die Componenten der 10 erwähnten Stunden in einen Winkel von 87° und ausserdem die Componenten der angrenzenden Abendstunden 8^h p. m. bis 10^h p. m. und Morgenstunden 9^h a. m. und 10^h a. m., aber keine anderen; im October fallen die Componenten der 10 erwähnten Stunden, ausser 11^h p. m. und 12^h Nachts in einen Winkel von 46°, der ausserdem noch die Componenten der angrenzenden Morgenstunden 9^h a. m. und 10^h a. m., ebenso wie der Abendstunde 7^h p. m., aber keine anderen umfasst; für 6^h p. m. fällt der Wind mit dem monatlichen Mittel zusammen, so dass die Stunden-Componente Null und ihre Richtung unbestimmt ist; dagegen fallen die Componenten für 8^h p. m. und 9^h p. m. nicht weit von dem erwähnten Winkel und für diejenigen Stunden, welche Abweichungen von der gewöhnlichen Regel zeigen, 7^h p. m., 11^h p. m., 12^h Nachts, sind die Componenten klein, so dass eine zufällige Abweichung einen grossen Einfluss auf die Richtung der Componente haben könnte. Jedenfalls sieht man, dass für die äussersten Monate März und October Abweichungen von der allgemein für die wärmeren Monate gültigen Regel sich schon bemerken lassen). Es ist ausserdem zu bemerken, dass die grossen Axen der erwähnten Ellipsen überall innerhalb der angeführten Winkel fallen. Auch in anderer Hinsicht, z. B. in der Aufeinanderfolge der Componenten-Richtungen, besonders deutlich für die Stunden 8^h a. m. bis 3^h p. m. und von 5^h p. m. bis 11^h p. m., ist eine Regelmässigkeit zu bemerken. Da nun die Zahl der Beobachtungen für jede einzelne Stunde in einem Monate von einem einzigen Jahre zu klein ist um die Wirkung störender Einflüsse auf die Stunden-Mittel auszugleichen, haben wir diejenigen Monate zusammengestellt, die bei der graphischen Darstellung eine gewisse Uebereinstimmung in dem Gesetz der Abweichung der stündlichen Mittel vom Monats-Mittel gezeigt haben. Wie wir oben bemerkt haben, findet eine solche Uebereinstimmung entschieden statt für die 8 Monate März — October. Deswegen haben wir für jede Stunde dieser acht Monate die mittlere Abweichung vom Monats-Mittel berechnet und graphisch dargestellt. Diese Darstellung, Fig. II, wo *B* das Monats-Mittel, und die Stunden-Mittel mit der abgekürzten Bezeichnung der verschiedenen Stunden (1^a für 1^h a. m., 1^p für 1^h p. m. u. s. w.) versehen ist, lässt nun eine viel grössere Regelmässigkeit erkennen, als es für die einzelnen Monate der Fall war. Die Componenten für die Stunden 12^h Nachts bis 6^h a. m. gruppiren sich sehr nahe an einander, die Endpunkte der übrigen Componenten liegen dagegen ziemlich regelmässig längs dem Umkreis einer ovalen Linie in der Ordnung, wie die Stunden auf einander folgen, und dabei so, dass für diejenigen Componenten, deren Punkte in der Nähe der grossen Axe der Ovale fallen, die Winkelabstände von einander der zu diesen Punkten vom Centrum der Ovale geführten Radii vectores kleiner sind, als für diejenigen Componenten, die in die Nähe der kleinen Axe fallen. Die grosse Axe macht mit *N* einen Winkel von etwa 134° über *E*, ihre Länge ist etwa 5,2 km. und die der kleinen 2,2 km. pro Stunde.

Da jedoch in dieser Construction Monate von verschiedenen Jahreszeiten zusammengeführt sind, und es möglich ist, dass innerhalb der so in Betracht genommenen 8 Monate

der Einfluss der Jahresperiode auf die tägliche Periode schon sehr bemerkbar sein könnte, haben wir noch dieselbe Construction für die drei Monate: Juni, Juli, August allein gemacht (Fig. III). Hierbei erhält man wieder ein ähnliches Gesetz, nur fallen die Punkte weniger genau mit dem Umkreis einer regelmässigen Ovale zusammen, was aus der kleineren Zahl der zusammengeführten Beobachtungen zu erklären ist. Im Vergleich mit der Fig. II ist doch der Einfluss der Jahresperiode in folgenden Umständen zu erkennen. Die grosse Axe der Ovale macht nunmehr einen Winkel von etwa 143° mit N über E, die Länge der grossen Axe ist nunmehr 5,5 km. und der kleinen 2,7 km.[1]). Man könnte wohl nun zur weiteren Ausgleichung der zufälligen Abweichungen empirische Formeln für die Tagesperiode aufstellen, oder eine graphische Ausgleichung unternehmen, wir haben aber vorerst darauf verzichtet, und aus den stündlichen Beobachtungen vom Juli den Einfluss der Tagesperiode nur in der Weise eliminirt, dass wir von den Componenten der beobachteten Winde nach N und E, ausser den Monats-Mitteln u_0 und w_0, hergeleitet aus allen ungeraden Stunden vom Juli, noch die Unterschiede $\Delta\xi$, $\Delta\eta$ der mittleren dreimonatlichen Stundes-Componenten vom Juni, Juli, August vom Mittel aller Stunden dieser drei Monate abgezogen haben. Nach dieser Elimination giebt die Rechnung die Resultate, die in den Tafeln VI und VI*a* angeführt sind. Beim Vergleich der Tafeln IV und VIa ersehen wir, dass die Grössen k, k_1, γ durch die Correction für die Tagesperiode nur eine unbedeutende Aenderung erlitten haben. Der Vergleich der Zahl der beobachteten Geschwindigkeits-Componenten, die zwischen bestimmte Grenzen fallen, mit den theoretischen in den beiden Tafeln III und VI zeigt aber, dass überhaupt, in Folge der gemachten Correction, die Differenz zwischen Beobachtung und Theorie kleiner geworden ist; eine Ausnahme macht nur η zwischen 15 und 20 km. Im Vergleich aber zu den wahrscheinlichen Differenzen sind die Unterschiede immer noch nicht befriedigend. Die Abweichung für die kleinen Componenten ist wohl nicht mehr so bedeutend, doch findet man noch, dass für einige Componenten die Abweichung von der Theorie ihre wahrscheinliche Grösse zu sehr übertrifft. Es kann freilich die von uns für die tägliche Periode gemachte Correction nicht als eine vollständige betrachtet werden, da die für die einzelnen Stunden in Betracht genommenen mittleren Winde noch mit Fehlern behaftet sind, unter Anderem, weil sie aus einer begrenzten Zahl von Beobachtungen entnommen sind. Die Formel, die wir für die Berechnung der wahrscheinlichen Differenz benutzt haben, setzt aber voraus, dass das richtige oder absolute Mittel in Betracht gezogen ist, und für den Fall, dass das bei der Berechnung angewandte Mittel aus einer begrenzten

1) Die von uns für die 8 wärmeren Monate vom Jahre 1886 gemachte Bestimmung der mittleren Winde, zeigt in der Regelmässigkeit und in dem Gange der täglichen Periode eine auffallende Uebereinstimmung mit den Bestimmungen von Rosenthal für Juli und für den Sommer aus 15jährigen Beobachtungen, wie es bei dem Vergleich der Fig. II, V und VI zu ersehen ist. Der tägliche Gang der mittleren Winde, wie wir ihn aus dem Sommer von 1886 bestimmt haben (Fig. III), zeigt aber, abgesehen von der geringeren Regelmässigkeit, eine auffallende Abweichung, sowohl in den Dimensionen der Axen der Ovale, als auch in der Richtung ihrer Längenaxe. Diese Abweichung hat uns bewogen bei der Correction für die Tagesperiode nicht die von Rosenthal aus 15jährigen Beobachtungen hergeleiteten Stunden-Mittel, sondern die von uns für 1886 gefundenen zu verwenden.

Zahl von Beobachtungen hergeleitet ist, hat man eine corrigirte Formel, die eine grössere wahrscheinliche Differenz giebt. Diese Correction müsste hier zweifach sein, weil nicht nur das Mittel aller Stunden im Monat, sondern auch die für jede Stunde gemachte Correction mit Fehlern behaftet ist. Bei der Zahl 31 der für jede Stunde gemachten Beobachtungen, wird aber die Correction, die man in den wahrscheinlichen Fehler einzuführen hätte, so unbedeutend sein, dass sie keine wahrnehmbar bessere Uebereinstimmung der Theorie mit der Beobachtung erwarten liesse. In Zusammenhang hiermit wollen wir auch noch der Vollständigkeit wegen bemerken, dass die Formel, die wir zur Berechnung der wahrscheinlichen Differenzen angewandt haben, bei sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten nicht mehr genau ist. Da aber bei den grossen Componenten, für welche diese kleinen Wahrscheinlichkeiten stattfinden, die Abweichungen von der Theorie auch klein sind, so haben wir keine Veranlassung gehabt, auf diesen Umstand näher einzugehen.

Die nach der Correction der mittleren Componenten für die tägliche Periode noch vorhandenen Abweichungen von der Theorie, sind weiterhin in einem besonderen Umstande zu suchen. Schon vor dieser Correction machten wir die Bemerkung, dass die Grössen $\Sigma\xi^2$, $\Sigma\eta^2$ und $\Sigma(\xi + \eta)^2$ eine entschiedene tägliche Periodicität zeigten. Die Ursache dieser Periodicität hätte darin liegen können, dass der für die Berechnung dieser Summen in Betracht genommene monatliche Mittelwind von dem stündlichen Mittelwinde abweicht und dass diese Abweichung eine tägliche Periode hat. Da nun aber bei der Correction auf die tägliche Periode auch die Grössen ξ und η für jede Stunde nach dem stündlichen Mittelwinde berechnet sind, und doch die Periodicität der Quadratsummen ebenso entschieden auftritt (siehe Tafel VI*a*), so kann dieses nur von einer wirklichen täglichen Periodicität der Grössen k, k_1 und γ abhängen. In der Tafel VI*a* sind diese Grössen angegeben, so wie sie für jede Stunde apart berechnet ausfallen, und ein Blick auf die Tafel zeigt entschieden ihre Periodicität. Um sie aber noch deutlicher darzustellen, haben wir in der Fig. IV graphisch die Grösse und Lage der Quantitäten $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ für verschiedene Stunden abgebildet. Die Grössen $\frac{1}{k}$ und $\frac{1}{k_1}$ sind von linearer Dimension; wir haben jedoch vorgezogen in der Zeichnung ihre Quadrate darzustellen, die wir zu diesem Zwecke lineär abgebildet haben; dadurch haben wir erreicht, dass die Grössen-Schwankungen stärker hervortreten. Diese Grössen sind nun in der Richtung der Zerstreuungs-Axen vom Punkte B aus verzeichnet, und die erhaltenen Punkte mit geraden Linien vereinigt nach der Aufeinanderfolge der Stunden. Diese Aufeinanderfolge ist mit Pfeilen bezeichnet. Die Figur zeigt, dass die periodische Aenderung der Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ noch ziemlich unregelmässig auftritt, was der ungenügenden Zahl der Beobachtungen zuzuschreiben ist. Jedenfalls ist die Existenz einer täglichen Periode unverkennbar, und es scheint sogar, dass man ihre Natur in folgender Weise charakterisiren kann. Die Tagesstunden von 5^h a. m. bis 7^h p. m. bilden eine Gruppe für sich, so dass die entsprechenden Punkte eine sehr abgeplattete Ovale bilden; in der Nähe des einen Endes dieser Ovale liegt eine andere viel kleinere, ebenfalls

sehr abgeplattete Ovale, die von den Punkten gebildet wird, welche den Nachtstunden 9^h p. m. bis 3^h a. m. entsprechen. Es erinnert diese Anordnung der Punkte etwas an diejenige, die wir für die Stunden-Mittel der Winde (Fig. II und III) gefunden haben.

Oben haben wir die Winde aller ungeraden Stunden vom Juli als eine Gruppe betrachtet, für diese Gruppe die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ berechnet, und die daraus hergeleiteten Wahrscheinlichkeiten der Wind-Componenten mit den Beobachtungen verglichen. Die Uebereinstimmung war nicht befriedigend, und durch die Correction für die Periodicität der Stunden-Mittel auch noch nicht befriedigend geworden. Da wir aber jetzt ersehen haben, dass auch die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ für verschiedene Stunden verschiedene Werthe haben, und andererseits von der Theorie nur für solche Gruppen, in welchen für alle Beobachtungen diese Grössen dieselben Werthe haben, genaue Resultate erwartet werden dürfen, so müssen uns die gefundenen Abweichungen von den Beobachtungen nicht befremden. Bei der Zusammenführung vieler solcher Gruppen, für welche die Wahrscheinlichkeits-Constanten nicht dieselbe Grösse haben, ist es denkbar, dass das für jede Gruppe gültige, von uns angenommene Wahrscheinlichkeits-Gesetz auch für die zusammengesetzte Gruppe gilt, es ist aber nicht nothwendigerweise so. Wir müssen also, um streng an der Theorie festzuhalten, einzelne Gruppen bilden, von denen eine jede nur die Winde derselben Tagesstunde enthält. Dabei dürfen wir auch nicht verschiedene Monate zusammenführen, weil dann wohl der Einfluss der Jahresperiode bemerkbar werden könnte. Da aber die Zahl der Beobachtungen in jeder dieser Gruppen nur 31 ist, und somit die wahrscheinlichen Differenzen sehr gross werden, so müssen wir hierbei darauf verzichten, eine Controle der Theorie in der Gruppirung der Componenten-Grössen zwischen bestimmten Grenzen zu suchen, wie wir es oben für andere Fälle gemacht haben. Diese Controle werden wir nun in der Weise versuchen, dass wir die Stunden zu je vier zusammenführen, und somit doch in jeder Gruppe $4.31 = 124$ Beobachtungen haben. Es ist nämlich möglich, die Stunden zu je vier in der Weise zu gruppiren, dass in einer jeden solchen Gruppe die Grössen γ, k, k_1 nur wenig variiren, wie man es aus der Tafel VI*a* ersehen kann. Die von uns angenommene Gruppirung der Stunden ist in der Tafel VII angegeben, in der wir die Resultate der Berechnung angeführt haben. Bei dieser Berechnung haben wir für die tägliche Periode eine Correction eingeführt, die in der folgenden Weise bewerkstelligt ist. Wir haben hierbei die Zeichnung Fig. III angewandt und somit die Resultate der drei Monate, Juni, Juli, August benutzt. Es ist mit Hülfe dieser Zeichnung bestimmt worden, um wie viel in jeder Gruppe die Componenten einzelner Stunden vom Gruppen-Mittel abweichen. Wenn wir auf der Fig. III eine Curve durch einzelne Stunden-Punkte führen, so wird diese Curve einen stellenweise ziemlich unregelmässigen Verlauf haben, welches durch die zu kleine Zahl der zusammengefassten Beobachtungen zu erklären ist. Wir haben in Folge dessen uns erlaubt, diese Curve auszugleichen und dabei definitiv für die mittleren Winde einzelner Stunden die Punkte genommen, die in der Zeichnung entweder mit ○ oder ⊙ bezeich-

net sind; die erste Bezeichnung wurde dann gewählt, wenn die Lage des Punktes corrigirt ist, die zweite, wenn wir es nicht nöthig erachtet haben, seine Lage zu corrigiren. Nach diesen Punkten haben wir andere, mit ⊕ bezeichnet, ausgesetzt, welche den mittleren Winden für die mittlere Zeit in jeder Gruppe entsprechen. Diese Mittel für die mittlere Zeit haben wir nur dazu benutzt, um die stündlichen Abweichungen vom Vierstunden-Mittel zu bestimmen. Durch $\Delta\xi$ und $\Delta\eta$ haben wir die Unterschiede zwischen dem Vierstunden- und dem Stunden-Mittel bezeichnet, und diese Grössen sind in der Tafel VII angeführt. Um nun die Componenten der einzelnen, in eine Gruppe eingehenden Stunden auf die Mittelzeit der ganzen Gruppe zu reduciren, haben wir zu den Componenten jeder Stunde die für diese Stunde gefundenen Werthe von $\Delta\xi$ und $\Delta\eta$ zugesetzt und die aus dem Juli allein gefundenen Mittel-Componenten u_0, w_0 für die ganze 4-stündliche Gruppe abgezogen. Es haben somit die dreimonatlichen Beobachtungen nur dazu gedient die einzelnen Stunden einer Gruppe für diejenigen Abweichungen zu corrigiren, die durch die tägliche Periode in ihren Componenten im Vergleich zu derjenigen der mittleren Zeit bewirkt werden; als Mittel-Componenten der ganzen Gruppe sind aber diejenigen beibehalten, die aus den directen Beobachtungen für den Juli hergeleitet werden. Aus der Tafel VII ersieht man nun, dass in der That die Quadratsummen innerhalb einer jeden Gruppe nicht sehr stark variiren, so dass man sich erlauben kann, sie zur Berechnung von gemeinsamen Werthen von γ, $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ für alle Stunden einer Gruppe zu verwenden, und die darnach berechneten Wahrscheinlichkeiten der Componenten verschiedener Grösse mit den beobachteten Wahrscheinlichkeiten zu vergleichen. In den Tafeln VIII, IX, X geben wir das Resultat dieser Rechnung für die Stunden-Gruppen 11^h a. m. bis 2^h p. m., 7^h p. m. bis 10^h p. m. und 11^h p. m. bis 2^h a. m. Wir finden hierbei noch einzelne Intervalle, in denen der Unterschied der beobachteten und theoretischen Wahrscheinlichkeiten die wahrscheinliche Differenz 5 und 6 Mal überschreitet. Durch die Annahme eines Einflusses des Windes einer gegebenen Stunde auf die benachbarten, kann man wohl nicht diesen Mangel an Uebereinstimmung erklären, denn wären sogar alle vier Beobachtungen jedes Tages identisch, so würde dieser Umstand die wahrscheinliche Differenz nur verdoppeln, und es würden doch einzelne Fälle bleiben, wo sie noch um gegen drei Mal von dem Unterschiede zwischen den beobachteten und theoretischen Wahrscheinlichkeiten übertroffen wird.

Es bleibt uns somit nur die Annahme zu machen, dass die bei der Berechnung angewandten Mittel-Componenten nicht richtig bestimmt sind. Diese Frage wollen wir weiter unten behandeln; inzwischen schien es interessant zu sehen, ob nicht eine Vergrösserung der Zahl der Beobachtungen eine Annäherung der beobachteten Wahrscheinlichkeiten an die theoretischen herbeiführen könnte. Zu diesem Zwecke bemerken wir (Tafel VII), dass in den vier Gruppen von 7^h p. m. bis 10^h a. m. die Werthe von γ, $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ nicht sehr von einander verschieden sind, weswegen wir diese vier Gruppen vereinigt behandelt haben. Dabei erhalten wir die Mittelwerthe von γ, $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ die unten in der Tafel VII angegeben

sind, und haben in der Tafel XI die beobachteten Wahrscheinlichkeiten mit den theoretischen zusammengestellt. Die Unterschiede dieser Grössen von einander übertreffen nun für einzelne Intervalle die wahrscheinliche Differenz fast ebensoviele Mal, als im vorigen Fall, wo jede Gruppe für sich behandelt wurde, es sind aber jetzt die wahrscheinlichen Differenzen nur halb so gross wie die früheren. Es ist somit durch die Vergrösserung der Zahl der Beobachtungen eine bedeutende Annäherung der Beobachtungs-Resultate an die theoretischen erreicht worden, obschon auch jetzt noch die Uebereinstimmung nicht genügend ist.

Von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass die aus einem einzelnen Monat berechneten Mittel nicht genau genug bestimmt sind, haben wir eine neue Rechnung vorgenommen, in der wir für jede Stunde diejenigen Abweichungen ihrer Mittel vom Monats-Mittel gewählt haben, welche für diese Stunde bei der oben auseinandergesetzten graphischen Ausgleichung für den Juni, Juli, August (Fig. III) durch die umkreisten Punkte bestimmt worden sind; nur das allgemeine Monats-Mittel vom Juli ist behalten worden. Die hiernach berechneten Quadratsummen und die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ für die Stunden 7^h p. m. bis 10^h a. m. sind in der Tafel XII, und die Wahrscheinlichkeiten in der Tafel XIII zusammengestellt. Aus dieser Tafel sieht man nun, dass in der That die Uebereinstimmung der Beobachtungen mit der Theorie besser geworden ist, als es in der Tafel XI der Fall war, und man könnte sie als befriedigend ansehen, wenn man nur, wegen der Abhängigkeit der Winde von einander im Verlauf eines Tages und manchmal auch an aufeinander folgenden Tagen, annehmen könnte, dass die wirkliche wahrscheinliche Differenz etwa doppelt so gross wäre, als die berechnete.

Die Bestimmung der wirklichen Grösse der wahrscheinlichen Differenz wäre also für uns sehr wichtig, und deswegen wollen wir hier einige Betrachtungen beifügen, welche uns wohl nicht erlauben, die Frage ganz zu erledigen, indessen doch zu ihrer Beleuchtung beitragen werden. Zu diesem Zwecke haben wir die nach den stündlichen Beobachtungen vom Juli 1886 berechneten N-Componenten ihrer Zeitfolge nach zusammengestellt und dabei jedes Mal bemerkt, wenn die Componente eine der Grössen -25, -20, -15, -10, $-5{,}0$, $+5$, $+10$, $+15$, $+20$ überschritten hat. Es hat sich dabei ergeben, dass in vielen Fällen ein oder viele dieser Intervalle auf einmal im Verlauf einer Stunde von der Componente zurückgelegt worden sind; in anderen Fällen dagegen hat die Componente viele, bis über 18 Stunden gebraucht um ein Intervall zu überschreiten. Ebenso ist viele Mal die Componente innerhalb eines Intervalls längere Zeit, bis 21 Stunden, geblieben, ohne die Grenzen desselben zu überschreiten. Alle die Beobachtungen, die innerhalb einer solchen Zeit fallen, sind somit wenig von einander verschieden; würden sie identisch sein, so hätte man sie, bei der Berechnung der wahrscheinlichen Differenz, alle nur für eine einzige Beobachtung rechnen müssen. Durch diese Betrachtung würde die Zahl der Beobachtungen von Juli vom $744 (= 24.31)$ auf 232 reducirt werden und dieses würde eine Vergrösserung der wahrscheinlichen Differenz um $\sqrt{\frac{744}{232}} = 1{,}8$ Mal geben. Es ist

wohl wahr, dass die Beobachtungen, die bei dieser Betrachtungsweise als identisch angesehen worden sind, in der That einander nicht ganz gleich sind, und obwohl die gemachte Reduction der Zahl der Beobachtungen somit als zu stark angesehen werden könnte, so muss man andererseits in Betracht nehmen, dass für die zahlreichen (38) Fälle, wo die Componente eine ganze Stunde innerhalb eines Intervalls geblieben ist, oder wo sie zum Durchschreiten eines Intervalls eine ganze Stunde gebraucht hat, und wo folglich der Einfluss des Windes einer Stunde auf denjenigen der nächsten Stunde entschieden stattgefunden hat, wir doch keine entsprechende Reduction der Zahl der Beobachtungen gemacht haben. Wir hätten auch noch eine weitere Reduction machen müssen in Folge des Umstandes, dass die Componente oft einige Tage nach einander fortwährend in demselben Bereiche bleibt. So kann man bemerken, dass vom Anfang des Monats an bis zum 4. Juli 6^h p. m., während 90 Stunden die Componente nicht negativ wird, mit Ausnahme von 8^h a. m. und 9^h a. m. den 1. Juli, wo sie die Werthe —3,71 und —3,51 hat; dass von 9^h p. m. am 6. Juli bis 10^h p. m. am 9. Juli während 74 Stunden die Componente nicht über Null steigt; dass von 10^h p. m. am 14. Juli bis 7^h p. m. am 18. Juli während 94 Stunden die Componente auch nicht über Null steigt; dass von 3^h a. m. am 21. Juli bis 10^h p. m. am 27. Juli während 164 Stunden die Componente nicht unter Null fällt mit Ausnahme von 8^h a. m. und 9^h a. m. am 22. Juli, wo sie die Werthe —4,24 und —4,24 hat, und von 12^h Nachts am 25. Juli und 1^h a. m. am 26. Juli, wo sie —4,01 und —3,06 war; und dass von 11^h p. m. am 27. Juli bis 3^h p. m. am 29. Juli während 41 Stunden die Componente nicht über —5 steigt. Aus diesen Daten folgt die Existenz einer Abhängigkeit der Winde von einander sogar mehrere Tage hindurch, und demgemäss würden die wahrscheinlichen Differenzen der Beobachtung mit der Theorie noch mehr zu vergrössern sein. Es scheint somit nicht sehr gewagt zu sein, diese Differenz, wie wir es oben gemacht haben, bei allstündlichen Beobachtungen etwa doppelt so gross zu schätzen, als sie nach der Zahl der Beobachtungen, nach der gewöhnlichen Formel berechnet, gefunden worden ist.

Die obige Untersuchung hatte den Zweck, zu bestimmen, in wiefern das gewöhnliche Wahrscheinlichkeits-Gesetz auf die Winde anwendbar ist. Die Schwierigkeiten, die uns bei dieser Untersuchung begegnet sind, liegen hauptsächlich einerseits in der Abhängigkeit des Windes einer gegebenen Stunde von den Winden der vorhergegangenen Stunden oder sogar Tage, und andererseits in der Unsicherheit, in der wir über die wahren Mittelwinde schweben, die wir in der Rechnung in Betracht nehmen sollen. Die auseinandergesetzte Untersuchung hat aber gezeigt, dass je grösser die Zahl der in Betracht genommenen Beobachtungen ist, desto besser stimmt die beobachtete Wahrscheinlichkeit der Componenten verschiedener Grösse mit der aus der Theorie hergeleiteten überein. Wir können deswegen als sehr wahrscheinlich annehmen, dass das besprochene Gesetz, wenigstens annähernd, wenn auch nicht genau, auf die Windverhältnisse eine Anwendung finden kann. Eine solche Anwendung

kann einen sehr nützlichen Beitrag zur näheren Kenntniss der Windverhältnisse liefern. Hierüber werden wir unten einige Weisungen geben, zuerst aber eine Bemerkung über die Zuverlässigkeit der Werthe für die Constanten γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ vorausschicken, die wir in den Tafeln gegeben haben, und zu den folgenden Anwendungen benutzen wollen.

Die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ bekommen nämlich verschiedene Werthe je nach dem man bei ihrer Berechnung den einen oder anderen mittleren Wind einführt. Da wir die Frage über den definitiv anzunehmenden mittleren Wind nicht völlig haben erledigen können, so entsteht die Frage, ob nicht durch die Annahme eines anderen mittleren Windes diese Grössen sich um so viel verändern könnten, dass die von uns angenommenen Grössen zu falschen Resultaten führen könnten. Diese Frage haben wir in der Beilage III behandelt, und dabei ersehen, dass in den Grenzen, in denen eine Aenderung der mittleren Winde möglicher Weise zu erwarten wäre, die Aenderung der Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ klein genug ist, um keinen bemerkenswerthen Einfluss haben zu können bei den Anwendungen, die wir weiter unten von diesen Grössen gemacht haben. Der Vergleich der Tafeln III und VI, ebenso wie von XI und XIII, in denen die Wahrscheinlichkeiten in jedem Paar von Tafeln für dieselbe Wind-Gruppe mit verschiedenem Mittelwinde angegeben sind, zeigt, dass die theoretischen Wahrscheinlichkeiten in jedem Paar von Tafeln sehr naheliegende Werthe haben. Wenn nach der Tafel VI die Uebereinstimmung der Theorie mit den Beobachtungen besser ist als in der Tafel III, und in der Tafel XIII besser als in XI, so hängt dieses von der Veränderung der beobachteten Wahrscheinlichkeiten ab.

Die angegebene Theorie giebt uns unter anderem die Möglichkeit zu berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit man gewisse Winde zu erwarten hat. Wir haben schon oben bemerkt, dass jeder horizontale Durchschnitt der Fläche Z eine Ellipse ist, die wir Zerstreuungs-Ellipse genannt haben. Ist u eine gegebene Grösse und

$$z = \frac{kk_1}{\pi} e^{-u^2}$$

die Höhe des horizontalen Schnittes, so ist

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k^2 x^2 + k_1^2 y^2 = u^2$$

die Gleichung der Ellipse. Ihre Halbaxen fallen mit der Richtung der Zerstreuungs-Axen X und Y zusammen, und haben die Grössen $\frac{u}{k}$ und $\frac{u}{k_1}$, die erste grösser und die zweite kleiner. Der höchste Punkt der Fläche Z entspricht dem Werthe $u = o$, und hat die Höhe

$$z = \frac{kk_1}{\pi}$$

über die horizontale Coordinaten-Ebene. Sowie z kleiner genommen wird, wachsen die Halbaxen und werden unendlich für $z = o$. Die Fläche Z nähert sich also assymptotisch der horizontalen Coordinaten-Ebene.

Der Flächeninhalt einer von den betrachteten Ellipsen ist

$$\frac{\pi u^2}{kk_1}.$$

Aendert sich nun u um du, so ändert sich dieser Flächeninhalt um

$$\frac{2\,\pi u}{kk_1}\,du.$$

Dieses ist der Flächen-Raum, der zwischen zwei Ellipsen eingeschlossen ist, deren Parameter u und $u+du$ sind. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes in diesen Flächenraum fällt, oder das Volumen, das über diesem Flächenraum unter der Fläche Z befindlich ist, hat den Werth:

$$z \cdot \frac{2\,\pi u}{kk_1}\,du = 2u\,e^{-u^2}\,du$$

und somit ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes innerhalb der Zerstreuungs-Ellipse mit dem Parameter u fällt:

$$\int_0^u 2u\,e^{-u^2}\,du = 1 - e^{-u^2}.$$

Bezeichnet man nun diese Wahrscheinlichkeit mit p, so ist

$$p = 1 - e^{-u^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

und folglich:

$$u = \sqrt{\log\left(\frac{1}{1-p}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

wo log den Logarithmus des natürlichen Systems bezeichnet.

Die Halbaxen der durch diesen Parameter bestimmten Ellipse sind

$$\frac{1}{k}\sqrt{\log\left(\frac{1}{1-p}\right)} \text{ und } \frac{1}{k_1}\sqrt{\log\left(\frac{1}{1-p}\right)}.$$

Die Richtung der ersten, grösseren Axe, ist durch den Winkel γ, den sie mit der N-Linie macht, bestimmt.

Um eine Anwendung dieser Formel zu zeigen, wollen wir die Grösse derjenigen Ellipse bestimmen, welche die Endpunkte der halben Zahl, oder $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{40}$ der Winde umfassen, die im Januar und Juli 1886 stattgefunden haben. Die Halbaxen sind:

$$\text{für } p=\tfrac{1}{2},\ \tfrac{1}{k}\sqrt{\log 2}=\frac{0{,}8325}{k} \text{ und } \tfrac{1}{k_1}\sqrt{\log 2}=\frac{0{,}8325}{k_1}$$

$$\text{für } p=\tfrac{1}{4},\ \tfrac{1}{k}\sqrt{\log \tfrac{4}{3}}=\frac{0{,}5364}{k} \text{ und } \tfrac{1}{k_1}\sqrt{\log \tfrac{4}{3}}=\frac{0{,}5364}{k_1}$$

$$\text{für } p=\tfrac{1}{40},\ \tfrac{1}{k}\sqrt{\log \tfrac{40}{39}}=\frac{0{,}1591}{k} \text{ und } \tfrac{1}{k_1}\sqrt{\log \tfrac{40}{39}}=\frac{0{,}1591}{k_1}.$$

Dieses giebt für die Halbaxen nach der Tafel IV:

	Januar.		Juli.	
für $p=\frac{1}{2}$,	14,79	und 11,19	16,76	und 11,28
für $p=\frac{1}{4}$,	9,53	und 7,21	10,80	und 7,27
für $p=\frac{1}{40}$,	2,83	und 2,14	3,20	und 2,16.

In der Fig. VIII und IX sind diese Ellipsen verzeichnet. A ist der Anfangspunkt (Wind null), AB der mittlere Wind des Monats, BX und BY die Zerstreuungs-Axen. Zur Construction haben wir die Werthe von γ und der Componenten des mittleren Windes u_0 und w_0 aus der Tafel IV entnommen. Diese Figuren geben eine deutliche Vorstellung von der Vertheilung der Winde in verschiedenen Azimuthen.

Um ein anderes Beispiel zu geben, haben wir in der Fig. V die Ellipsen für die verschiedenen Tagesstunden im Juli verzeichnet. Diese Figur giebt, wie oben erwähnt worden ist, eine graphische Darstellung der mittleren Winde zu den verschiedenen Tagesstunden im Juli nach Rosenthal's Berechnungen aus 15jährigen Beobachtungen. In dieser Construction haben wir durch graphische Interpolation die mittleren Winde für die Stunden $12^h\ 30'$ p. m., $4^h\ 30'$ p. m., $8^h\ 30'$ p. m., $12^h\ 30'$ a. m., $4^h\ 30'$ a. m. und $8^h\ 30'$ a. m. bestimmt und durch umkreiste Punkte bezeichnet. Diesen Punkten entsprechen die mittleren Winde für die mittleren Zeiten der 4 stündlichen Gruppen, die in Tafel VII angeführt sind. Um jeden dieser Punkte als Centrum ist nun eine Ellipse gezeichnet, welche der Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{40}$ entspricht, so dass man rechnen kann, dass, bei einer genügend grossen Zahl von Beobachtungen, $\frac{1}{40}$ der ganzen Zahl der Winde an Richtung und Geschwindigkeit angegeben werden durch Gerade, die aus Punkten innerhalb der Ellipse zum Anfangs-Punkt A gehen. Diese Zeichnung ist in einem $7\frac{1}{2}$ Mal grösseren Maassstabe gezeichnet als die Fig. IX um deutlicher die tägliche Periode des mittleren Windes darzustellen. Um die Zeichnung nicht zu sehr zu vergrössern, haben wir uns genöthigt gesehen, die Ellipsen einer so kleinen Wahrscheinlichkeit wie $\frac{1}{40}$ abzubilden. Die Halbaxen dieser Ellipsen sind aus der Tafel VII berechnet: 3,68 km. und 2,68 km. für $12^h\ 30'$ p. m., 3,75 km. und 2,46 km.

für 4^h 30′ p. m., 291 km. und 1,75 km. für 8^h 30′ p. m., 2,96 km. und 1,65 km. für 12^h 30′ a. m., 2,71 km. und 2,14 km. für 4^h 30 a. m., und 3,01 km. und 2,21 km. für 8^h 30′ a. m. Man sieht, wie die Grösse und Excentricität dieser Ellipsen mit der Tagesstunde variiren. Die Beziehung der Lage der grossen Halbaxen dieser Ellipsen zu der grossen Halbaxe der ovalen Linie, die durch die Stundenmittel geführt werden kann, ist auffallend. Die Ellipsen-Axen machen nur unbedeutende Schwankungen nach beiden Seiten um die Ovalen-Axe, für welche wir etwa die Richtung *CD* nehmen können, die mit *N* einen Winkel von von 124° macht. In der That machen nur die Axen der Ellipsen für die Tagesgruppen 11^h a. m. bis 2^h p. m. und 3^h p. m.—6^h p. m. mit *N* einen grösseren Winkel als die Ovalen-Axe, und diejenigen der 4 übrigen Ellipsen einen kleineren. Der Winkel der Zerstreuungs-Axe für den ganzen Monat (siehe Tafel VIa) ist von uns 125° 58′ befunden, und diese Axe fällt somit beinahe mit der Axe der Ovale zusammen.

Fig. VII giebt die entsprechende Construction für den Januar. Der Maassstab ist derselbe. Wir haben jedoch hier die mittleren Winde von den 3 Monaten: December, Januar und Februar, wie sie von Rosenthal berechnet sind, benutzt, weil die Resultate, die er für Januar allein, obwohl aus 15jährigen Beobachtungen, hergeleitet hat, doch nicht regelmässig genug sind, um den täglichen Gang der Winde ersehen zu lassen. In den Mitteln der 3 Monate sieht man aber eine gewisse Analogie mit dem täglichen Gang vom Juli. In der That liegen die Punkte der mittleren Winde von 7^h a. m. bis 5^h p. m. in einer regelmässigen Ordnungsfolge längs dem Umkreise einer ovalen Linie; in der Gruppirung der Punkte der übrigen Stunden giebt sich keine solche Regelmässigkeit kund. Der Unterschied dieser Verhältnisse von denjenigen vom Juli besteht darin, dass die Ovale im Winter sehr zusammengeschrumpft erscheint. Im Juli konnte man die grosse Axe der Ovale auf 4,15 Kilometer, die kleine auf 2,05 Kilometer und den Winkel, den die grosse Axe mit N macht, auf 124° schätzen, während diese Grössen im Mittel für die Wintermonate 0,9 km., 0,2 km. und und 106° ausmachen. Während im Juli die Abendstunden von 6^h p. m. bis 12^h Nachts sich noch längs der Ovale regelmässig gruppiren, kann man dieses für den Winter nicht mehr ersehen. Diese Unregelmässigkeit kann vielleicht ihren Grund haben in den kleinen Dimensionen der Winter-Ovale im Vergleich zu den noch vorhandenen Fehlern in der Bestimmung der Punkte der mittleren Winde, Fehler, die von der ungenügenden Zahl der Beobachtungen abhängen. Die übrigen Stunden 1^h a. m. bis 6^h a. m. bilden hier, wie im Juli, eine kleine unregelmässige Gruppe für sich, ihre unregelmässige Vertheilung kann hier, ebenso wie im Juli, aus derselben Ursache erklärt werden, nämlich dass die von der ungenügenden Zahl der Beobachtungen herrührenden Fehler gross sind im Vergleich zu den Dimensionen der ganzen Gruppe. Auffallend ist jedoch, dass während im Juli diese Gruppe ausserhalb der Ovale an ihrem spitzen S. E. Ende liegt, sie sich im Winter an die flache N. E. Seite der Ovale, ebenfalls von der Aussenseite anschliesst. Die Dimensionen der Wahrscheinlichkeits-Ellipsen erlangen im Januar, nicht so grosse Werthe, wie wir im Juli für die Tagesstunden gefunden haben; wir haben sie aus den Zahlen der Tafel V berechnet zu 2,88 km. und

2,14 km. für 7^h a. m., 3,02 km. und 2,03 km. für 1^h p. m. und 2,59 km. und 2,15 km. für 9^h p. m. Darnach und nach den Winkeln γ der Tafel V sind die Ellipsen in der Fig. VII construirt. Man sieht, dass die Richtungen der grossen Ellipsen-Axen hier nicht mehr wie im Juli mit der Richtung der grossen Axe der Ovale annähernd zusammenfallen. Die Ovalen-Axe vom Winter steht dem E. näher als im Juli, und die Ellipsen-Axen stehen im Gegentheil dem N. näher.

Eben so leicht lässt sich die Wahrscheinlichkeit eines Windes berechnen, dessen Endpunkt in ein Rechteck fällt, dessen Seiten den Hauptaxen der Zerstreuungs-Ellipse parallel sind. Sind x_1 und y_1 die kleinsten Coordinaten einer von den Ecken dieses Rechtecks und x_2 und y_2 die grössten, so ist die gesuchte Wahrscheinlichkeit:

$$\frac{kk_1}{\pi}\int_{y_1}^{y_2}\int_{x_1}^{x_2} e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy.$$

In Folge der Constanz der Grenzen verwandelt sich dieser Ausdruck in den folgenden:

$$(10)\quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\quad \frac{1}{\pi}\int_{k_1y_1}^{k_1y_2} e^{-u^2}\,du.\int_{kx_1}^{kx_2} e^{-u^2}\,du.$$

Die beiden Integrale, deren Produkt man hier zu nehmen hat, berechnen sich leicht mit den bekannten Tafeln.

Die oben angegebenen Resultate können unter anderem dazu benutzt werden, die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes innerhalb eines beliebig begrenzten Flächenraumes liegt, zu berechnen. Wenn man nämlich diesen Raum mit einem Netze von Rechtecken bedeckt, deren Seiten den Zerstreuungs-Axen parallel sind, und dann nach der Formel (10) die über diesen Rechtecken gelegenen Volumina berechnet, so ist die Summe aller Volumina, die über denjenigen Rechtecken liegen, welche vollständig in den betreffenden Flächenraum fallen, kleiner als das über dem gesammten Flächenraum gelegene Volumen. Fügt man jetzt noch zu dieser Summe die Summe aller Volumina hinzu, die über denjenigen Rechtecken liegen, die nur theilweise in den betrachteten Flächenraum fallen, so bekommt man eine Grösse, die das gesuchte Volumen übertrifft. In dieser Weise erhalten wir zwei Grenzen, von denen die eine kleiner, und die andere grösser als das gesuchte Volumen ist. Bei entsprechender Wahl der Dimensionen der Rechtecke können diese beiden Grenzen willkürlich einander genähert werden. Wir haben diese Methode auf zwei Aufgaben angewandt. In der einen berechnen wir die Wahrscheinlichkeit, dass die Richtung

des Windes zwischen zwei gegebene Richtungen fällt; in der anderen die Wahrscheinlichkeit, dass die Geschwindigkeit des Windes eine gewisse Grösse übertrifft.

Die erste Rechnung haben wir für die Winde gemacht, die zwischen NW und SW von 2^h p. m. bis 3^h p. m. im Juli wehen (siehe Beilage IV), und dabei die Wahrscheinlichkeit eines solchen Windes 0,358 $\pm$ 0,0047 gefunden. Beim Zusammenrechnen der Zahl der Winde, die nach den Annalen des physikalischen Central-Observatoriums während 10 Jahre (1878—87) im Juli von 2^h p. m. bis 3^h p. m. stattgefunden haben, bekommt man für die in SW und NW und die zwischen ihnen fallenden Richtungen folgende Zahlen:

Windes Richtung.	Für die Jahre 1878—1887. Zahl der Winde.	Für das Jahr 1886. Zahl der Winde.
20	8	1
21	4	0
22	8	1
23	7	1
24	13	1
25	17	0
26	57	2
27	25	0
28	21	8
Summe . . .	160	14

Die Windrichtung ist hier angegeben nach der 32-theiligen Rose, so dass 20 mit SW und 28 mit NW zusammenfällt. Um die Zahl der Winde mit der von uns theoretisch hergeleiteten zu vergleichen, muss man sie jedoch für die Jahre 1878 bis 1887 um 14,5 vermindern; dies ist die halbe Zahl der Winde in den Richtungen 20 und 28. Man darf nämlich annehmen, dass nur die halbe Zahl der Winde, die genau in NW und SW registrirt sind, wirklich zwischen diese beide Richtungen fällt. Man erhält also die Zahl der betreffenden Winde 145,5, wobei die ganze Zahl der beobachteten Winde $31 \times 10 = 310$ ist. Dieses giebt für die Wahrscheinlichkeit eines Windes zwischen NW und SW: $\frac{145.5}{310} = 0{,}469$. Wir haben nun vor der Vergleichung die theoretische Wahrscheinlichkeit noch zu vermindern und zwar aus dem Grunde, weil die Anemometer ganz kleine Geschwindigkeiten nicht angeben, so dass die Richtungen solcher Geschwindigkeiten in den Tabellen nicht angegeben sind. Wir finden in der That in diesen Tabellen keine Angaben von Geschwindigkeiten zwischen 0 und 2 km. Nehmen wir nun an, dass alle Geschwindigkeiten kleiner als 2 mit 0 registrirt worden sind, so sind die Richtungen der entsprechenden Winde nicht angegeben, und wir müssen zum Vergleich mit der Theorie zuerst aus der theoretischen Zahl die Wahrscheinlichkeit der Winde zwischen SW und NW bei Geschwindigkeiten von 0 bis 2 km. ausschliessen. Diese Wahrscheinlichkeit macht weniger als ein Drittel vom Volumen über dem Rechteck 0 (siehe Beilage IV) aus, wie es auf der Fig. X zu ersehen ist, und ist folglich nicht grösser als 0,0028. Wäre sogar die kleinste registrirte

Geschwindigkeit 3 km., so würde die Correction, die wir in der theoretischen Wahrscheinlichkeit zu machen hätten, nur etwa 0,0042 ausmachen. Wir haben somit die theoretische Wahrscheinlichkeit 0,355 mit der direct aus den Beobachtungen hergeleiteten 0,469 zu vergleichen. Der Unterschied beider ist 0,114, und der wahrscheinliche Unterschied in der gebräuchlichen Weise berechnet 0,0173. Der beobachtete Unterschied übertrifft somit den wahrscheinlichen 6,5 Mal, was wohl nicht als befriedigend angesehen werden kann, obwohl auch hier die einzelnen Beobachtungen nicht ganz von einander unabhängig sind, indem manchmal der Wind eines Tages von dem Winde des vorigen Tages auffallend abhängig ist. Es darf aber nicht übersehen werden, dass die Zahlen, die wir für die theoretische Berechnung benutzt haben, nur aus dem Juli allein für das Jahr 1886 abgeleitet sind, und dass wir die daraus gezogenen Schlüsse mit den Beobachtungs-Resultaten von 10 verschiedenen Jahren verglichen haben. Da manchmal in einem einzelnen Jahre die meteorologischen Verhältnisse sehr abweichend sind, so darf die oben gefundene Abweichung uns nicht befremden. Wären die Constanten unserer Berechnung aus einer längeren Periode entnommen worden, so hätten wir auch eine bessere Uebereinstimmung erwarten müssen. Benutzen wir z. B. die von Rosenthal gemachte Zusammenstellung der Wind-Verhältnisse von 15 Jahren, so finden wir für 3^h p. m. im Juli die Componenten des mittleren Windes nach N $+$ 2,44 und nach E $-$ 5,17, während wir diese Componenten $+$ 1,82 und $-$ 5,02 angenommen haben. Nach diesen Daten ist eine Vergrösserung der berechneten Wahrscheinlichkeit um $+$ 0,0049 einzuführen, welche freilich nicht bedeutend ist, aber doch den Unterschied der beobachteten und theoretischen Wahrscheinlichkeit vermindert. Eine wesentlich bessere Uebereinstimmung wäre zu erwarten, wenn wir auch die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ aus 10 jährigen Beobachtungen hergeleitet hätten. Dieses haben wir indessen der grossen Arbeit wegen, die eine solche Berechnung veranlassen würde, unterlassen. Es wäre eigentlich richtiger gewesen die aus den Daten von 1886 hergeleiteten Schlüsse auch nur mit den Beobachtungen von demselben Jahr zu vergleichen. Dieser Vergleich giebt als Resultat eine vollkommene Uebereinstimmung; in der That, wenn man von der ganzen Zahl der im Juli 1886 in den Richtungen 20 bis 28 stattgefundenen Winde die halbe Zahl der in den beiden äussersten Richtungen 20 und 28 angezeigten abzieht, bekommt man die Zahl 9,5, was einer Wahrscheinlichkeit 0,306 entspricht. Der Unterschied von der theoretischen Wahrscheinlichkeit ist 0,049, und der wahrscheinliche Unterschied berechnet sich zu 0,058. Ein solcher Vergleich ist aber wenig belehrend, da die bedeutende Grösse des wahrscheinlichen Unterschiedes, von der kleinen Zahl der Beobachtungen abhängig, es unmöglich macht wirkliche Abweichungen der Theorie von der Beobachtung zu bemerken.

Die zweite Aufgabe, die wir gelöst haben, besteht in der Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes, dessen Geschwindigkeit mehr als 35 Kilometer in der Stunde beträgt. Für diese Rechnung haben wir den Monat Januar gewählt, weil wir zur Vergrösserung der Aussicht eines erfolgreichen Vergleichs mit den Beobachtungen die wenigstens

für einen ganzen Monat bestimmten Constanten benutzen wollten, und hierin hat der Januar einen entschiedenen Vorzug vor dem Juli, weil im ersteren Monat die Constanten wenig mit den Tagesstunden variiren. Auf das Resultat der zu lösenden Aufgabe hat nämlich eine Aenderung dieser Constanten einen weit grösseren Einfluss, als bei der ersten Aufgabe. Den Gang der Lösung haben wir in der Beilage V auseinandergesetzt. Die Berechnung hat für die gesuchte Wahrscheinlichkeit eine Grösse $0{,}0198 \pm 0{,}00195$ gegeben. Im Januar 1886 fand, nach den Beobachtungen, 15 Mal ein Wind statt, der eine Geschwindigkeit grösser als 35 hatte (die Geschwindigkeit 35 wurde kein einziges Mal beobachtet). Die ganze Zahl der Beobachtungen war 744, und hieraus folgt die Wahrscheinlichkeit 0,0202. Der Unterschied von der theoretischen Wahrscheinlichkeit ist 0,0004 und der wahrscheinliche Unterschied berechnet sich auf 0,0034. Eine so nahe Uebereinstimmung der Theorie mit den Beobachtungen können wir nur dem Zufall zuschreiben.

Für die Winde, die zwischen SW und NW wehen, haben wir, wie oben auseinandergesetzt wurde, als Mittel aus 10-jährigen Beobachtungen eine Wahrscheinlichkeit gefunden, die mit der theoretischen Wahrscheinlichkeit, berechnet für den Juli 1886, genügend übereinstimmt. Eine solche Uebereinstimmung findet nicht statt zwischen langjährigen Beobachtungen für den Januar und der für den Januar 1886 berechneten theoretischen Wahrscheinlichkeit einer Windgeschwindigkeit über 35 km. In der folgenden Tafel haben wir die Zahl der während 13 Jahre im Januar in St. Petersburg beobachteten Winde mit Geschwindigkeiten von 35 km. und darüber angegeben.

	Zahl der Geschwindigkeiten.	
Jahr.	35 km.	über 35 km.
1875	0	14
1876	2	39
1877	4	7
1878	3	31
1879	4	29
1880	0	10
1881	4	30
1882	19	83
1883	5	21
1884	3	12
1885	1	1
1886	0	15
1887	8	45
Summe . . .	53	337

Rechnet man die halbe Zahl der Geschwindigkeiten, die zu 35 km. angegeben sind, als grösser wie 35 km., so hat man im Ganzen 363,5 Fälle, in denen die Geschwindigkeit grösser als 35 km. gewesen ist, und dieses giebt, bei der ganzen Zahl der Beobachtungen

9762, eine Wahrscheinlichkeit 0,0372, was mit der für den Januar 1886 theoretisch hergeleiteten gar nicht übereinstimmt. Die starke Variation der Zahl der Geschwindigkeiten über 35 km. in den einzelnen Jahren weist auch auf grosse Verschiedenheiten hin, die zwischen den einzelnen Jahren stattgefunden haben, und dass die Constanten, die wir aus 1886 hergeleitet haben, für andere Jahre nicht zu verwenden sind. Um dieses zu bestätigen, haben wir die Constanten für den Januar 1882 berechnet, jedoch nur mit Benutzung der Beobachtungen der Stunden 7^h a. m., 1^h p. m. und 9^h p. m., um nicht eine zu lange Rechnung machen zu müssen. Die Werthe der Constanten sind: $\gamma = 143° 57'$, $\frac{1}{k^2} = 558{,}4$, $\frac{1}{k_1^2} = 264{,}5$, $u_0 = -0{,}28$, $w_0 = -16{,}14$, folglich Werthe, die von den in der Tafel IV für den Januar 1886 angegebenen sehr abweichen. Berechnet man nach diesen Werthen die Wahrscheinlichkeit eines Windes mit einer Geschwindigkeit über 35 km., so findet man $0{,}1616 \pm 0{,}0075$, während aus den Beobachtungen für den Januar 1882 eine Wahrscheinlichkeit von 0,1243 folgen würde. Somit fällt die theoretische Wahrscheinlichkeit sogar viel grösser aus, als die aus den Beobachtungen hergeleitete. Der Unterschied beider ist $-0{,}0373$, etwa 4 Mal grösser, als die nach der Zahl der Beobachtungen 744 berechnete wahrscheinliche Differenz. Da wir hier stündliche Beobachtungen benutzt haben, so muss, der Beharrlichkeit der Winde wegen, die Zahl der von einander wirklich unabhängigen Beobachtungen wohl etwa 4 Mal verkleinert werden, und dieses würde den wahrscheinlichen Unterschied um etwa doppelt vergrössern, so dass wir auch hier keinen Widerspruch mit der Theorie sehen dürfen.

Bei der eben erwähnten Berechnung ist eine andere Methode angewandt worden, als diejenige, die wir oben angeführt haben. Zur Bestimmung des Volumens, das über einem aus dem Centrum A mit dem Radius 35 km. beschriebenen Kreis unter der Fläche Z liegt, haben wir mit dem Punkt B (Fig. XII) als Centrum vier Viertel-Ellipsen (7, 15, 7 und 2) beschrieben; jedem dieser elliptischen Bogen entspricht ein bestimmter Werth der Ordinate z. Wir haben diese Viertel-Ellipsen so gewählt, dass ein Theil von jeder von ihnen innerhalb, und ein anderer ausserhalb des Kreises liegt. Das über einer jeden von diesen Viertel-Ellipsen gelegene Volumen lässt sich nun als ein Viertel von dem in der Formel (8) angegebenen berechnen. Zu der Summe der vier, in dieser Weise berechneten Volumina hat man nun die Volumina hinzuzufügen, welche über denjenigen Theilen des Kreises sich befinden, die ausserhalb dieser Viertel-Ellipsen liegen, und von ihr die Volumina abzuziehen, welche über denjenigen Theilen der Viertel-Ellipsen liegen, die ausserhalb des Kreises fallen. Um nun diese Volumina zu bestimmen, haben wir die entsprechenden Flächenräume mit einer Reihe Ellipsenbogen durchschnitten, die alle Ellipsen angehören, welche concentrisch mit den oben erwähnten Viertel-Ellipsen und ihnen ähnlich sind. In dieser Weise ist jeder der betreffenden Flächenräume in Abschnitte getheilt worden. Das über jedem von diesen Abschnitten unter der Fläche Z gelegene Volumen liegt nun der Grösse nach zwischen den Volumina von zwei Cylindern, die als gemeinsame Basis den Flächenabschnitt haben und als Höhe

die Werthe der Ordinate z, die den beiden begrenzenden Ellipsenbogen zukommen. Die Grössen dieser Ordinaten werden berechnet, und die Flächeninhalte der Abschnitte mit dem Amsler'schen Planimeter oder nach einer anderen graphischen Methode bestimmt. Wird diese Operation nun für alle Flächenräume vollführt, so bekommt man die Volumina, die man von der Summe der über den Viertel-Ellipsen gelegenen Volumina abzuziehen oder ihr zuzuzählen hat. Der Gang der Lösung für den betrachteten Fall ist in der Beilage VI auseinandergesetzt. Diese Methode kann wohl in einzelnen Fällen mehr zeitraubend werden, als die von uns im vorigen Beispiel benutzte, und sie hat ausserdem den Nachtheil, dass es schwer ist, die durch die Ungenauigkeit der graphischen Construction eingeführten Fehler zu schätzen. In dem Falle aber, wo man bei denselben Werthen der Constanten $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ viele Aufgaben zu lösen hat, verdient diese Methode deshalb den Vorzug, weil nach Zeichnung der Ellipsen (man hat sie dann voll zu zeichnen) und nach Berechnung der zugehörigen Ordinaten z, die darauf folgenden Operationen sehr schnell gemacht werden können. Dies ist auch der Grund, warum wir auch diese Methode hier angeführt haben. Eine noch grössere Erleichterung der Berechnung wird aber durch eine Methode erreicht, die weiter unten auseinandergesetzt worden wird.

In der Beilage VII haben wir noch verschiedene Fälle behandelt, wo die Integration in endlichen Ausdrücken ausgeführt werden kann. Wir theilen hier nur die Resultate mit.

Für Parallelogramme, deren Seiten den conjugirten Axen der Zerstreuungs-Ellipse parallel sind, hat man die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes innerhalb des Parallelograms sich befinde:

$$\frac{1}{\pi}\int_{lx'_1}^{lx'_2} e^{-u^2}\,du.\int_{l_1y'_1}^{l_1y'_2} e^{-u^2}\,du, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

wo die Grenzen der Integrale nach den Formeln:

$$\left.\begin{aligned} lx' &= \frac{k^2\cos\varphi\,.\,x + k_1^2\sin\varphi\,.\,y}{\sqrt{k^2\cos\varphi + k_1^2\sin^2\varphi}} \\ l_1y' &= \frac{k^2\cos(\varphi+\theta)\,.\,x + k_1^2\sin(\varphi+\theta)\,y}{\sqrt{k^2\cos^2(\varphi+\theta) + k_1^2\sin(\varphi+\theta)}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11\,a)$$

berechnet werden können in der Weise, dass für x und y die Coordinaten x_1 y_1 in dem mit den Zerstreuungs-Axen parallelen System XY, Anfangspunkt B, einer Ecke des Parallelograms eingesetzt werden um lx_1' und l_1y_1' zu bestimmen, und für x und y die Coordinaten x_2, y_2 der gegenüber liegenden Ecke des Parallelograms eingesetzt werden sollen um lx_2' und l_1y_2'

zu bestimmen. $x_1\ y_1$ und $x_2\ y_2$ werden für solche Ecken des Parallelograms genommen, dass $lx_2' > lx_1'$ und $l_1\ y_2' > l_1\ y_1'$. Die Winkel φ und $\varphi + \theta$ sind diejenigen, welche die Seiten des Parallelograms mit der x-Axe, d. h. der grösseren der Zerstreuungs-Axen bilden, wobei diese Winkel von der x-Axe an in der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers und immer positiv und kleiner als 180° gerechnet werden. φ ist hierbei der kleinere Winkel, der immer spitz ist, und $\varphi + \theta$ der grössere, der immer stumpf ist. Zwischen diesen Winkeln findet die Beziehung:

(11 b) . . . . . $k^2 + k_1^2 \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}(\varphi + \theta) = 0$

statt. Die Formel (11) ist mit der Formel (10) analog, die einen speciellen Fall von ihr bildet, in dem die conjugirten Axen mit den Haupt-Axen der Ellipse zusammenfallen. Die Formel (11) kann in derselben Weise wie die Formel (10) angewandt werden, wenn der Flächenraum, über den man zu integriren hat, in Parallelogramme eingetheilt wird, statt der Theilung in Rectangel, wie wir sie in den Beilagen IV und V gemacht haben. Die Theilung in gehörig gewählte Parallelogramme kann in einigen Fällen den Vortheil bringen, dass man die Zahl der Abtheilungen reduciren kann.

Werden zwei entgegengesetzte Seiten eines der oben erwähnten Parallelogramme unendlich vom Anfangspunkt entfernt, so erhält man die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt des Windes zwischen zwei parallele Geraden fällt. Die hierauf bezüglichen Formeln gelten für eine jede beliebig gewählte Richtung der beiden parallelen Geraden und für jeden Abstand dieser Geraden vom Anfangspunkte. Für diesen Fall ist die Wahrscheinlichkeit:

$$(12) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{a_1}^{a_2} e^{-u^2}\, du,$$

wo die Grenzen des Integrals berechnet werden können nach den Formeln:

$$(12\,b) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad a_1 = \frac{kk_1 C_1}{B\sqrt{\frac{k_1^2 A^2}{B^2} + k^2}}, \quad a_2 = \frac{kk_1 C_2}{B\sqrt{\frac{k_1^2 A^2}{B^2} + k^2}}.$$

Hierbei sind $Ax + By = C_1$, $Ax + By = C_2$ die Gleichungen der beiden parallellen Geraden, wenn die Zerstreuungs-Axen X und Y als Coordinataxen mit dem Punkte des mittleren Windes als Anfangspunkt genommen sind; der Index bei C ist so zu setzen, dass $\frac{C_2}{B} > \frac{C_1}{B}$ ist.

Wird im vorigen Ausdruck die eine Grenze unendlich gross genommen, so bekommt man die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes auf der einen Seite einer unendlichen Geraden liege, deren Gleichung $Ax + By = C$ ist. Diese Wahrscheinlichkeit ist, bei $a = \frac{kk_1 C}{B\sqrt{\frac{k_1^2 A^2}{B^2} + k^2}}$:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{a}^{\infty} e^{-u^2}\,du \quad \text{oder} \quad \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{a} e^{-u^2}\,du, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

je nach dem, welche von beiden Seiten der Geraden in Betracht genommen wird, der erste Ausdruck für diejenige Seite, die Punkte enthält, deren Coordinaten x und y die Ungleichung $\frac{A}{B}x + y > \frac{C}{B}$ befriedigen, der zweite für diejenige Seite, welche Punkte enthält, deren Coordinaten x und y solche sind, für welche $\frac{A}{B}x + y < \frac{C}{B}$ ist.

Wir haben diese Formel angewandt für die Richtungen SW—NE und NW—SE für 3^h p. m. im Juli (siehe Beilage VII) und die erhaltenen Resultate, im Verein mit der in der Beilage IV berechneten Wahrscheinlichkeit, dass die Richtung eines Windes zwischen SW und NW fällt, haben uns die Wahrscheinlichkeiten eines Windes in den anderen Quadranten gegeben, wie sie in der folgenden Tafel angeführt sind.

Wahrscheinlichkeit eines Windes von 2^h p. m. bis 3^h p. m. für den Juli.

	Theoretisch.	Beobachtet für 3^h p. m.	Differenz Beob.-Theor.	Beobachtet für 2^h, 3^h, 4^h p. m.	Differenz Beob.-Theor.
Zwischen NW und SW	0,358	0,306	— 0,052	0,322	— 0,036
» SW » SE	0,221	0,258	+ 0,037	0,247	+ 0,026
» SE » NE	0,168	0,177	+ 0,009	0,183	+ 0,015
» NE » NW	0,253	0,258	+ 0,005	0,247	— 0,006

Um diese Wahrscheinlichkeiten mit den Beobachtungen zu vergleichen, haben wir in den Beobachtungs-Tabellen für 2^h, 3^h und 4^h p. m. im Juli 1886 der Annalen des physikalischen Central-Observatoriums gezählt, wie viele Mal der Wind in jeder von den 32 Richtungen geweht hat und dabei folgende Zahlen gefunden.

Zahl der Winde in verschiedenen Richtungen im Juli 1886.

Richtung des Windes.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Für 2^h p. m.	1	—	—	1	—	2	—	1	—	—	1	1	1	4	—	—	—	1	1	1	—	1	—	2	—	3	1	5	—	3	—	1
» 3^h »	—	—	1	—	—	2	1	—	—	2	—	1	1	2	2	—	—	2	—	1	—	1	1	1	—	2	—	8	—	2	—	1
» 4^h »	—	—	—	—	—	4	—	1	—	1	—	1	1	2	—	1	—	2	—	1	—	—	1	2	1	1	2	6	1	2	1	—
Summe . .	1	—	1	1	—	8	1	2	—	3	1	3	3	8	2	1	—	5	1	3	—	2	2	5	1	6	3	19	1	7	1	2

Theilt man nun diejenigen Zahlen, die den Richtungen 28 = NW, 20 = SW, 12 = SE und 4 = NE entsprechen, in je zwei gleiche Theile, und fügt je einen dieser Theile den

benachbarten Quadranten hinzu, so bekommt man folgende Zahl der Winde, die in jedem der vier Quadranten geweht haben:

		3^h p. m.	2^h, 3^h, 4^h p. m.
zwischen	NW und SW	9,5	30
»	SW » SE	8	23
»	SE » NE	5,5	17
»	NE » NW	8	23
	Summe . . .	31	93

Hiernach sind die Wahrscheinlichkeiten angegeben, die in der obigen Tafel in den Colonnen mit der Ueberschrift «Beobachtet» angeführt sind. Die Unterschiede dieser beobachteten Wahrscheinlichkeiten von den theoretischen sind in den nebenstehenden Colonnen angegeben. Wir sehen, dass diese Differenzen mit Rücksicht auf die Zahl der Beobachtungen sehr klein sind. Eigentlich hätten wir nur die Beobachtungen von 3^h p. m. mit den theoretischen Zahlen vergleichen müssen, da die theoretischen Zahlen für diese Zeit hergeleitet sind. Um aber die Zahl der Beobachtungen zu vergrössern, haben wir noch die angrenzenden Stunden mit in Betracht genommen, welches durch die nur allmählige Aenderung der Windverhältnisse von Stunde zu Stunde gerechtfertigt werden kann. Es hat sich dabei erwiesen, dass für die 3 Stunden zusammen genommen auch wirklich eine grössere Uebereinstimmung der Beobachtung mit der Theorie erreicht worden ist.

In dem zweiten Theil der Beilage VII haben wir Ausdrücke gefunden für das Volumen über beliebig gewählten Sectoren, deren Scheitel in dem Punkte liegen, der dem mittleren Winde entspricht, bei verschiedenen Formen des Bogens dieser Sectoren. Gehört dieser Bogen einer Zerstreuungs-Ellipse, so ist das Volumen

$$(14) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\psi}{2\pi}\left(1 - e^{-u^2}\right),$$

wobei $k^2 x^2 + k_1^2 y^2 = u^2$ die Gleichung des Bogens ist, der den Sector begrenzt, und der Winkel ψ aus den Gleichungen:

$$(14\,a) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_1, \quad \operatorname{tg}(\varphi + \psi) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_2$$

zu berechnen ist. Hier sind ϑ_1 und ϑ_2 die Winkel, welche die beiden Grenzgeraden des Sectors mit der x-Axe bilden, beide Winkel von der x-Axe aus positiv nach der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers gerechnet, ϑ_1 der kleinere, und ϑ_2 der grössere Winkel. Bei der Rechnung ist noch zu bemerken, dass von den verschiedenen Werthen von φ und $\varphi + \psi$, die einem und demselben Werth von tg φ und tg $(\varphi + \psi)$ entsprechen, diejenigen zu nehmen sind, deren sin und cos gleiche Zeichen mit den sin und cos der entsprechenden Winkel ϑ_1 und ϑ_2 haben.

Es ist bemerkenswerth, dass, wenn die beiden Grenzgeraden eines solchen elliptischen Sectors conjugirte Diameter sind, das über ihm gelegene Volumen ist:

$$\frac{1}{4}\left(1 - e^{-u^2}\right)$$

d. h. ein Viertel von dem über der ganzen Ellipse gelegenen Volumen.

Ueber einem Sector, dessen Bogen durch die Gleichungen

$$u\cos\left(\frac{u}{a} + \varphi\right) = kx,\quad u\sin\left(\frac{u}{a} + \varphi\right) = k_1 y,\quad u = \sqrt{k^2x^2 + k_1^2 y^2} \ldots\ldots (15)$$

bestimmt ist, wird das Volumen

$$\frac{1}{2\pi}\left[\psi_2 - \psi_1 - \frac{1}{a}\int_{a\psi_1}^{a\psi_2} e^{-u^2}\,du\right], \ldots\ldots\ldots\ldots (15\,a)$$

wo ψ_1 und ψ_2 aus den Gleichungen:

$$\operatorname{tg}(\varphi + \psi_1) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_1,\ \operatorname{tg}(\varphi + \psi_2) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_2 \ldots\ldots\ldots (15\,b)$$

zu bestimmen sind. ϑ_1 und ϑ_2 haben dieselbe Bedeutung wie oben, und bei der Bestimmung von $\varphi + \psi_1$ und $\varphi + \psi_2$ nach den respectiven Tangenten ist dieselbe Bedingung wie oben zu erfüllen.

Weiter haben wir gefunden, dass über einem Sector, dessen Bogen durch die Gleichungen:

$$u\frac{e^{-u^2}}{a} = k_1 y\cos\varphi - kx\sin\varphi,\quad u = \sqrt{k^2x^2 + k_1^2 y^2} \ldots\ldots\ldots (16)$$

bestimmt ist, das Volumen

$$\frac{1}{2\pi}\left[\psi_2 - \psi_1 + a(\cos\psi_2 - \cos\psi_1)\right] \ldots\ldots\ldots\ldots (16\,a)$$

liegt, wobei ψ_1 und ψ_2 wie oben, aus den Gleichungen (15 b) zu berechnen sind.

Die Gleichungen (15) und (16) der Bogen der Sectoren von den beiden letzten Gattungen enthalten je zwei Constanten a und φ, die so bestimmt werden können, dass diese Bogen durch zwei beliebig gewählte Punkte geführt werden können. Wir haben gezeigt, wie in Folge dieses Umstandes, die gefundenen Ausdrücke dazu dienen können, annäherungsweise das über einem beliebig begrenzten Sector gelegene Volumen zu berechnen, und um den Gang der Rechnung zu zeigen haben wir sie für einen auf der Fig. XII von einem Kreisbogen begrenzten Sector gemacht.

Im zweiten Theil derselben Beilage VII haben wir noch gezeigt, wie Aufgaben der Art, wo etwa die Wahrscheinlichkeit eines Windes, dessen Geschwindigkeit eine gewisse Grösse überschreitet, gesucht wird, mit geringerer Mühe gelöst werden können, als nach der Methode, die wir in den Beilagen V und VI bei ähnlichen Aufgaben benutzt haben. Die neue Methode bietet besonders dann einen grossen Vortheil, wenn man viele Bestimmungen derselben Art zu machen hat.

In der dritten Abtheilung der Beilage VII haben wir gezeigt, dass das Volumen über einem beliebigen Winkel, dessen Scheitel in dem Punkte liegt, der dem mittleren Winde entspricht, durch

(17) . . . . . $\frac{\psi}{2\pi}$

ausgedrückt wird, wo ψ aus folgenden Gleichungen

(17 a) . . . . . $\operatorname{tg}\varphi = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_1,\ \operatorname{tg}(\varphi + \psi) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_2$

zu bestimmen ist, wobei wiederum ϑ_1 und ϑ_2 die Winkel bezeichnen, welche die Schenkel des Winkels mit der x-Axe machen, und die frühere Bestimmung über die Wahl von φ und $\varphi + \psi$ nach gegebener Grösse ihrer Tangenten beobachtet werden muss.

Endlich haben wir gezeigt, wie die Combination der oben gegebenen Ausdrücke eine wesentliche Erleichterung in der Lösung der Aufgaben erzielt, welche die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, dass die Richtung eines Windes zwischen zwei beliebig gelegenen Richtungen liegt, verlangen; zur Erläuterung dieser Methode haber wir die Rechnung ausgeführt für denselben Fall, den wir in der Beilage IV nach einer anderen theoretisch einfacheren, aber in der Ausführung viel mehr Arbeit erfordernden Methode berechnet haben.

In der Beilage VIII haben wir eine Aufgabe anderer Art behandelt. Sie besteht in der Berechnung des Luftvolumens, das in einer gegebenen Zeit durch irgend eine willkührlich gestellte vertikale Ebene nach der einen oder anderen Seite durchgeht. Wir haben dabei gefunden, dass für eine Ebene, die parallel der Richtung des mittleren Windes ist, dasjenige Luftvolumen, welches im Mittel pro Stunde durch jeden Quadratmeter dieser Ebene nach der einen Seite geht, gleich ist demjenigen Volumen, das nach der anderen Seite geht, und dass jedes von diesen Volumina in Kubikmetern berechnet werden kann nach der Formel:

(18) . . . . . $V = \frac{1000\, q}{2kk_1\sqrt{\pi}}.$

Für jede andere Lage der vertikalen Ebene, sind die Luftvolumina, die nach der einen oder anderen Seite durch diese Ebene gehen, nicht einander gleich, sondern dasjenige Volumen ist grösser, welches nach der Seite derjenigen Normale zur Ebene geht, die mit der Bewegungsrichtung des mittleren Windes einen spitzen Winkel bildet. Dieses grössere Volumen berechnet sich nach der Formel:

(19) . . . . . $V = \frac{1000}{kk_1\sqrt{\pi}}\left[b\int_{-\infty}^{b} e^{-u^2}\,du + \frac{1}{2}e^{-b^2}\right].$

Das nach der anderen Seite derselben Ebene durchgehende Volumen ist kleiner um die Grösse:

$$V = 1000\,p \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

Diese Formeln gelten nur in dem Fall, dass die Zahl der Stunden, für welche das Volumen berechnet wird, eine beträchtliche ist. Zwischen dem nach den obigen Formeln berechneten und dem in der Wirklichkeit durchgehenden Volumen findet immer ein Unterschied statt; dieser Unterschied ist aber um so kleiner im Verhältniss zum ganzen Volumen, je grösser die in Betracht gezogene Zeit ist. Die Bedeutung der übrigen in den Formeln eingeführten Bezeichnungen ist folgende: k und k_1 sind die Zerstreuungs-Coefficienten, $q = \sqrt{k^2 \sin^2(\beta - \gamma) + k_1^2 \cos^2(\beta - \gamma)}$, β der Winkel zwischen N und der Normale zu der betrachteten Ebene, nach der Seite gezogen, nach welcher das berechnete Luftvolumen durchgeht, γ der Winkel zwischen der grösseren Zerstreuungsaxe und der Nordrichtung, beide Winkel β und γ von N aus gerechnet nach der Seite der Bewegung eines Uhrzeigers und $0 < \beta < 360°$ aber $\gamma < 180°$; $p = -v_0 \cos \theta$, wo v_0 die Geschwindigkeit des mittleren Windes, immer positiv gerechnet, und θ der Winkel, den die Richtung der oben erwähnten Normale mit der Richtung macht, von der aus der mittlere Wind weht (d. h. entgegengesetzt der Richtung seiner Geschwindigkeit), dieser Winkel wird von der Windrichtung aus nach der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers positiv gerechnet von 0 bis 360°; $b = \frac{kk_1 p}{q}$. Die Normale, nach deren Richtung das grössere Luftvolumen durchgeht, hat immer eine solche Lage, dass p und b positiv sind.

Aendert sich die Lage der vertikalen Ebene, für welche das durchgehende Luftvolumen berechnet wird, so ändert sich auch dieses Volumen. Das oben erwähnte grössere Volumen hat ein Maximum für eine Lage der Normale innerhalb des spitzen Winkels, der zwischen der grösseren Zerstreuungsaxe und der Bewegungsrichtung des mittleren Windes liegt, und wir haben in der Beilage VIII gezeigt, wie dieses Maximum und die entsprechende Lage der Normale zu berechnen sind. Wir haben auch diese Berechnung ausgeführt nach Daten, die aus Juli und Januar 1886 entnommen sind. Diese Berechnung zeigt, dass für den Juli die Lage dieser Normale nahe der Zerstreuungsaxe, im Januar aber nahe der Bewegungsrichtung des mittleren Windes liegt. Die Hauptursache dieser Verschiedenheit liegt darin, dass im Juli die Geschwindigkeit des mittleren Windes viel kleiner ist als im Januar, so dass im Juli der Wechsel der Winde den grösseren Einfluss hat, im Januar aber der mittlere Wind. Aus demselben Umstande erklärt es sich, warum im Juli die Unterschiede der Volumina, die durch eine gegebene Fläche nach der einen oder anderen Seite sich bewegen, viel kleiner sind, als im Januar, wie es aus den letzten Colonnen der beiden letzten Tafeln der Beilage VIII ersichtlich ist.

Beilage I.

Bestimmung der Constanten γ, k und k_1.

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt C (Fig. 1) eines Windes innerhalb eines unendlich kleinen Flächenraumes $dx\ dy$ liegt, dessen Eckcoordinaten x und y sind, ist:

$$\frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\, dx\, dy,$$

wo die Zerstreuungs-Axen als Coordinat-Axen genommen sind.

Es seien nun ξ und η Grössen, die für jeden Punkt in der Coordinaten-Ebene einen bestimmten Werth haben, und ξ_i, η_i die Werthe von ξ und η, welche dem Endpunkte eines einzelnen Windes i, aus einer grossen Zahl n beobachteter Winde, entsprechen, wobei vorausgesetzt ist, dass der ganzen Gruppe dieser Winde dieselbe Lage der Zerstreuungs-Axen und dieselben Werthe von k und k_1 zukommen. Man hat dann nach den Principien der Wahrscheinlichkeits-Rechnung:

$$\frac{\Sigma \xi_i^2}{n} = \frac{kk_1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \xi^2\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\, dx\, dy$$

$$\frac{\Sigma \eta_i^2}{n} = \frac{kk_1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \eta^2\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\, dx\, dy$$

$$\frac{\Sigma \xi_i \eta_i}{n} = \frac{kk_1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \xi\, \eta\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\, dx\, dy$$

mit desto grösserer Annäherung, je grösser n ist. Es seien nun ξ und η die Coordinaten des Endpunktes eines Windes in dem Coordinaten-System $N_1 E_1$, mit dem Anfangspunkt B Fig. 1, oder die Componenten der Abweichungen der beobachteten Winde; dann hat man:

$$\xi = CF \cos\gamma - BF \sin\gamma = x\cos\gamma - y\sin\gamma, \quad \eta = CF\sin\gamma + BF\cos\gamma = x\sin\gamma + y\cos\gamma.$$

Die Substitution dieser Werthe giebt:

$$\frac{\Sigma \xi_i^2}{n} = \frac{kk_1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \left(x^2 \cos^2\gamma - xy \sin 2\gamma + y^2 \sin^2\gamma\right) e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\, dx\, dy$$

$$\frac{\Sigma\eta_i^2}{n} = \frac{kk_1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\left(x^2\sin^2\gamma + xy\sin 2\gamma + y^2\cos^2\gamma\right)e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy$$

$$\frac{\Sigma\xi_i\eta_i}{n} = \frac{kk_1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\left(\frac{x^2\sin 2\gamma}{2} + xy\cos 2\gamma - \frac{y^2\sin 2\gamma}{2}\right)e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy.$$

Da nun bekanntlich

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-k^2x^2}\,dx = \frac{\sqrt{\pi}}{k},\quad \int_{-\infty}^{+\infty} x\,e^{-k^2x^2}\,dx = 0,\quad \int_{-\infty}^{+\infty} x^2\,e^{-k^2x^2}\,dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2k^3},$$

so wird

$$\left.\begin{aligned}\frac{\Sigma\xi_i^2}{n} &= \frac{1}{2}\left[\frac{\cos^2\gamma}{k^2} + \frac{\sin^2\gamma}{k_1^2}\right]\\ \frac{\Sigma\eta_i^2}{n} &= \frac{1}{2}\left[\frac{\sin^2\gamma}{k^2} + \frac{\cos^2\gamma}{k_1^2}\right]\end{aligned}\right\}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(a)}$$

$$\frac{\Sigma\xi_i\eta_i}{n} = \frac{\sin 2\gamma}{4}\left[\frac{1}{k^2} - \frac{1}{k_1^2}\right]\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(b)}$$

Die Gleichungen (a) geben:

$$\frac{\Sigma\xi_i^2 - \Sigma\eta_i^2}{n} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{k_1^2}\right)\cos 2\gamma\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(c)}$$

$$\frac{\Sigma\xi_i^2 + \Sigma\eta_i^2}{n} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{k^2} + \frac{1}{k_1^2}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(d)}$$

Die Gleichungen (b) und (c) geben:

$$\operatorname{tg} 2\gamma = \frac{2\,\Sigma\xi_i\eta_i}{\Sigma\xi_i^2 - \Sigma\eta_i^2}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(3)}$$

$$\frac{4\,(\Sigma\xi_i\eta_i)^2 + (\Sigma\xi_i^2 - \Sigma\eta_i^2)^2}{n^2} = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{k_1^2}\right)^2,$$

welche in Combination mit (d) giebt:

$$\left.\begin{aligned}\frac{1}{k^2} &= \frac{1}{n}\left[\Sigma\xi_i^2 + \Sigma\eta_i^2 + \sqrt{4\,(\Sigma\xi_i\eta_i)^2 + (\Sigma\xi_i^2 - \Sigma\eta_i^2)^2}\right]\\ \frac{1}{k_1^2} &= \frac{1}{n}\left[\Sigma\xi_i^2 + \Sigma\eta_i^2 - \sqrt{4\,(\Sigma\xi_i\eta_i)^2 + (\Sigma\xi_i^2 - \Sigma\eta_i^2)^2}\right]\end{aligned}\right\}\ldots\ldots\text{(4)}$$

da wir übereingekommen sind, dass k die kleinere von den beiden Grössen k und k_1 ist.

Die Gleichungen (3) und (4) sind diejenigen, die wir im Text benutzt haben. Aus der Gleichung (3) lassen sich für den Winkel γ viele Werthe bestimmen, und es muss entschieden werden, welcher von diesen Werthen für jeden Fall genommen werden soll. Einem gegebenen Werthe von tang 2γ entspricht nur ein einziger positiver Werth von 2γ, der kleiner als π ist. Es sei dieser Werth φ; dann kann 2γ jeden Werth haben, der sich von φ um eine ganze Zahl π unterscheidet. Diese ganze Zahl kann von vier Formen sein: $4m$, $4m + 1$, $4m + 2$, $4m + 3$, wo m eine ganze Zahl positiv oder negativ ist. Die entsprechenden Werthe von γ sind

$$\frac{\varphi}{2} + 2m\pi,\ \frac{\varphi}{2} + \left(2m + \frac{1}{2}\right)\pi,\ \frac{\varphi}{2} + (2m + 1)\,\pi,\ \frac{\varphi}{2} + \left(2m + \frac{3}{2}\right)\pi.$$

Diejenigen von diesen Werthen, die sich um eine gerade Anzahl π unterscheiden, geben dieselbe Richtung an; darum haben wir nur noch 4 Werthe von γ zu unterscheiden:

$$\frac{\varphi}{2},\ \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{2},\ \frac{\varphi}{2} + \pi,\ \frac{\varphi}{2} + \frac{3\pi}{2}.$$

Die erste und dritte Lösung geben entgegengesetzte Richtungen an, ebenso wie die zweite und vierte; da es sich aber nicht darum handelt, nach welcher Richtung die Coordinaten x positiv gerechnet werden sollen, so haben wir nur zwei Werthe von γ zu beachten, $\frac{\varphi}{2}$ und $\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{2}$. Die beiden hierdurch bestimmten Richtungen sind senkrecht gegen einander, der gesuchte Werth von γ entspricht derjenigen Richtung, die der Axe x gehört, mit dem kleineren Coefficienten k, und die andere Richtung ist diejenige der Axe y mit dem grösseren k_1. Der eine Werth $\gamma = \frac{\varphi}{2}$ ist kleiner als $\frac{\pi}{2}$, der andere $\gamma = \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{2}$ grösser; somit ist sin 2γ im ersten Falle positiv und im zweiten negativ. Demgemäss folgt aus (b), dass der erste Werth $\frac{\varphi}{2}$ genommen werden soll, wenn $\Sigma\xi_i\eta_i > 0$ und der andere Werth $\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{2}$, wenn $\Sigma\xi_i\eta_i < 0$ ist.

Beilage II.

Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, dass die Componente der Abweichung zwischen gegebene Grenzen fällt.

Wir wollen der Deutlichkeit wegen einen Theil der Fig. 1 in der Fig. 2 absondern, mit dem Anfangspunkt B, die Axen N_1 und E_1 für die Coordinaten ξ und η und die Axen X und Y für die Coordinaten x und y desselben Punktes C. Denkt man sich nun durch

den Punkt C eine ins Unendliche nach beiden Seiten gehende gerade Linie parallel der E_1-Axe, so hat für alle Punkte dieser Gerade ξ denselben Werth. Führen wir nun eine andere der ersten parallele Gerade in einem unendlich kleinen Abstand $d\xi$ von ihr, und denken uns die Fläche $\dot{Z}$, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes zwischen diese beiden Geraden fällt, gleich dem Volumen, das begrenzt ist von dem zwischen den beiden parallelen Linien liegenden Theile der horizontalen Coordinaten-Ebene, von zwei vertikalen Ebenen, die durch diese Linien geführt sind und von demjenigen Theile der Fläche Z, den diese Ebenen von ihr abschneiden. Dieses Volumen ist

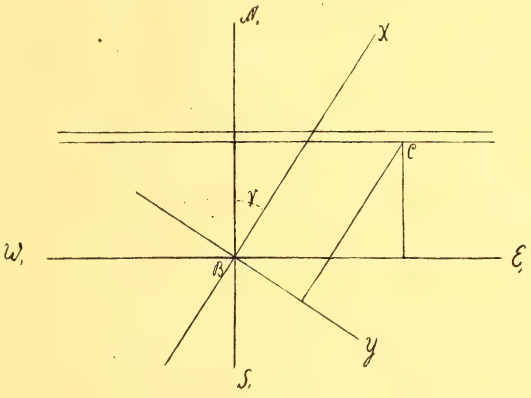


Fig. 2.

$$d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} z\, d\eta = \frac{kk_1}{\pi}\, d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\, d\eta$$

in Folge von der Formel (1). Substituirt man in das Integral die Werthe

$$x = \xi \cos\gamma + \eta \sin\gamma,\quad y = -\xi \sin\gamma + \eta \cos\gamma$$

so wird es:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a^2\xi^2 - b\,\xi\eta - c^2\eta^2}\, d\eta,$$

wo:

$$a^2 = k^2\cos^2\gamma + k_1^2\sin^2\gamma,\quad b = (k^2 - k_1^2)\sin 2\gamma,\quad c^2 = k^2\sin^2\gamma + k_1^2\cos^2\gamma.$$

Setzt man $\eta = u - \frac{b\xi}{2c^2}$, so wird das Integral:

$$e^{-\frac{k^2 k_1^2}{c^2}\xi^2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-c^2 u^2}\, du = \frac{\sqrt{\pi}}{c}\, e^{-\frac{k^2 k_1^2}{c^2}\xi^2}$$

und folglich das gesuchte Volumen:

$$\frac{kk_1}{c\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{k^2 k_1^2}{c^2}\xi^2}\, d\xi.$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass ξ zwischen bestimmten Grenzen ξ_1 und ξ_2 liegt, ist folglich:

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots \left[P_\xi\right]_{\xi_1}^{\xi_2} = \frac{kk_1}{c\sqrt{\pi}} \int_{\xi_1}^{\xi_2} e^{-\frac{k^2 k_1^2}{c^2}\xi^2} d\xi = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{kk_1}{c}\xi_1}^{\frac{kk_1}{c}\xi_2} e^{-u^2} du.$$

In gleicher Weise hat man

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \left[P_\eta\right]_{\eta_1}^{\eta_2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{kk_1}{a}\eta_1}^{\frac{kk_1}{a}\eta_2} e^{-u^2} du.$$

Beilage III.

Bestimmung der Veränderungen, welche die Quadratsummen und die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ erleiden, wenn für die Componenten des mittleren Windes veränderte Werthe genommen werden.

Es sei $\xi_1\ \xi_2\ \xi_3 \ldots \xi_n$ eine Reihe von Zahlen, positive und negative, deren Summe gleich Null ist, d. h. $\Sigma\xi_i = 0$. Es sei nun eine und dieselbe Grösse $\Delta\xi$ zu jeder von diesen Zahlen addirt, und die Bezeichnung $\xi_i' = \xi_i + \Delta\xi$ angenommen. Man hat:

$$(A) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \Sigma\xi_i'^2 = \Sigma(\xi_i + \Delta\xi)^2 = \Sigma\xi_i^2 + n(\Delta\xi)^2$$

in Folge von $\Sigma\xi_i = 0$. Diese Formel zeigt, dass von allen $\Sigma\xi_i'^2$, diejenige die kleinste ist, für welche $\Delta\xi = 0$ ist, und das $\Sigma\xi_i'^2$ nur von dem absoluten Werth von $\Delta\xi$, nicht von seinem Vorzeichen abhängig ist. Die Formel (A) wird in den Rechnungen angewandt, um die Quadratsumme der Componenten bei einem veränderten Werth der Mittel-Componente zu berechnen, wenn ihr Werth für eine anfangs angenommene Mittel-Componente schon berechnet ist.

Es seien nun $\xi_1\ \xi_2\ \xi_3 \ldots \xi_n$ und $\eta_1\ \eta_2\ \eta_3 \ldots \eta_n$ zwei Reihen von solchen Zahlen, dass $\Sigma\xi_i = 0$ und $\Sigma\eta_i = 0$, und es werde zu jeder Zahl der ersten Reihe eine und dieselbe Grösse $\Delta\xi$, und zu jeder Zahl der zweiten Reihe die Grösse $\Delta\eta$ hinzugefügt. Nennen wir $\xi_i' = \xi_i + \Delta\xi$, $\eta_i' = \eta_i + \Delta\eta$, so haben wir

$$(A_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \Sigma\xi_i'\,\eta_i' = \Sigma\xi_i\,\eta_i + n\Delta\xi\,\Delta\eta.$$

Sind nun $n(\Delta\xi)^2$, $n(\Delta\eta)^2$ und $n\Delta\xi\,\Delta\eta$ kleine Zahlen im Vergleich mit $\Sigma\xi_i^2$, $\Sigma\eta_i^2$ und $\Sigma\xi_i\,\eta_i$, so können wir aus den Formeln (3) und (4) annähernde Werthe für die Aenderung

finden, welche die Grössen γ, $\frac{1}{k^2}$, $\frac{1}{k_1^2}$ durch die Annahme von Mittel-Componenten, die um die Grössen $\Delta\xi$ und $\Delta\eta$ verändert sind, erleiden. Man hat annähernd:

$$\Delta \operatorname{tg} 2\gamma = \frac{2\,\Delta\gamma}{\cos^2 2\gamma}$$

und somit aus der Formel (3) annähernd:

$$\Delta\gamma = n \cdot \frac{(\Sigma\xi^2 - \Sigma\eta^2)\,\Delta\xi\,\Delta\eta - \Sigma\xi\eta\,[(\Delta\xi)^2 - (\Delta\eta)^2]}{(\Sigma\xi^2 - \Sigma\eta^2)^2 + 4\,(\Sigma\xi\eta)^2} \cdot \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(B)}$$

Um den grössten Werth zu bestimmen, den $\Delta\gamma$ annehmen kann, wenn $\Delta\xi$ und $\Delta\eta$ innerhalb bestimmter Grenzen verschiedene Werthe annehmen, wollen wir der Kürze wegen folgende Bezeichnungen einführen:

$$\Delta\xi = a, \quad \Delta\eta = b, \quad \Sigma\xi^2 - \Sigma\eta^2 = M, \quad -\Sigma\xi\eta = N, \quad M^2 + 4N^2 = \frac{1}{A}.$$

Man hat dann:

$$\Delta\gamma = nA\,[Mab + N(a^2 - b^2)].$$

Bei constantem b ist

$$\frac{\partial\Delta\gamma}{\partial a} = nA\,[Mb + 2Na].$$

Diese Grösse wechselt ihr Zeichen bei $a = -\frac{Mb}{2N}$; folglich entspricht, bei einem bestimmten b, der grösste absolute Werth von $\Delta\gamma$ einem von den drei Werthen von a: a_1, $-\frac{Mb}{2N}$ oder a_2, wo a_1 und a_2 die äussersten Grenzen sind, in denen a variiren kann. Wir wollen diese Grenzen $-a_1$ und $+a_1$ setzen. Die entsprechenden Werthe von $\Delta\gamma$ sind

$$\Delta_1\gamma = nA\,[-Ma_1\,b + N(a_1^2 - b^2)], \quad \Delta_2\gamma = -\frac{nb^2}{4N}, \quad \Delta_3\gamma = nA\,[Ma_1\,b + N(a_1^2 - b^2)],$$

Da $-a_1 < a < a_1$, so ist der Werth $\Delta_2\gamma$ nur dann zu beachten, wenn

$$-a_1 < -\frac{Mb}{2N} < a_1$$

ist, d. h. für solche Werthe von b, die zwischen $\frac{2Na_1}{M}$ und $-\frac{2Na_1}{M}$ liegen.

Um nun die absolut grössten Werthe zu suchen, welche die Grössen $\Delta_1\gamma$, $\Delta_2\gamma$, $\Delta_3\gamma$ bei verschiedenen Werthen von b erreichen können, bemerken wir, dass die Grösse:

$$\frac{\partial\Delta_1\gamma}{\partial b} = -nA\,[Ma_1 + 2Nb]$$

ihr Zeichen ändert bei $b = -\frac{Ma_1}{2N}$, und somit entspricht der absolut grösste Werth von

$\Delta_1\,\gamma$ einem von den drei Werthen von b: $-b_1$, $-\frac{Ma_1}{2N}$ oder $+b_1$, wo $-b_1$ und $+b_1$ die äussersten Werthe sind, die b annehmen kann. Die entsprechenden Werthe von $\Delta_1\,\gamma$ sind:

$$\Delta_{11}\,\gamma = nA\left[Ma_1\,b_1 + N(a_1^2 - b_1^2)\right],\quad \Delta_{12}\,\gamma = \frac{na_1^2}{4N},\quad \Delta_{13}\,\gamma = nA\left[-Ma_1\,b_1 + N(a_1^2 - b_1^2)\right],$$

wo der Werth $\Delta_{12}\,\gamma$ nur dann zu beachten ist, wenn $-b_1 < -\frac{Ma_1}{2N} < b_1$, d. h. wenn $\frac{a_1}{b_1}$ zwischen den Grenzen $\frac{2N}{M}$ und $-\frac{2N}{M}$ liegt.

Der absolute Werth von $\Delta_2\,\gamma$ wächst mit dem absoluten Werthe von b; sein grösster absoluter Werth ist also

$$\Delta_{21}\,\gamma = -\frac{nb_1^2}{4N},$$

Nun ist aber nach dem Obigen $\Delta_2\,\gamma$ nur dann zu beachten, wenn $b^2 < \frac{4N^2a_1^2}{M^2}$; folglich, wenn $b_1^2 > \frac{4Na_1^2}{M^2}$ ist, so soll man nicht den obigen Werth von $\Delta_{21}\,\gamma$ in Betracht nehmen, und es darf in $\Delta_2\,\gamma$ nicht b^2 bis zum Werthe b_1^2 wachsen, sondern nur bis zum Werthe $\frac{4N^2a_1^2}{M^2}$. Der grösste absolute Werth von $\Delta_2\,\gamma$ ist also:

$$\Delta_{21}\,\gamma = -\frac{nb_1^2}{4N} \text{ wenn } b_1^2 < \frac{4N^2a_1^2}{M^2}, \text{ oder } \frac{a_1^2}{b_1^2} > \frac{M^2}{4N^2}$$

$$\text{und } \Delta_{22}\,\gamma = -\frac{nNa_1^2}{M^2} \text{ wenn } b_1^2 > \frac{4N^2a_1^2}{M^2}, \text{ oder } \frac{a_1^2}{b_1^2} < \frac{M^2}{4N^2}.$$

Diesen Werth $\Delta_{22}\,\gamma$ braucht man aber nicht zu beachten, weil er gleich ist einem von den Werthen, die $\Delta_1\,\gamma$ oder $\Delta_3\,\gamma$ bei $b^2 = \frac{4N^2a_1^2}{M^2}$ annimmt, und wir schon auf anderem Wege alle Werthe von $\Delta_1\,\gamma$ beachtet haben, und diejenige von $\Delta_3\,\gamma$ beachten werden.

Ist $b_1^2 = \frac{4N^2a_1^2}{M^2}$, so fallen die beiden Werthe $\Delta_{21}\,\gamma$ und $\Delta_{22}\,\gamma$ zusammen und sind gleich einem der Grenzwerthe $\Delta_{11}\,\gamma$ oder $\Delta_{13}\,\gamma$.

Weiter bemerkt man, dass die Grösse:

$$\frac{\partial\Delta_3\,\gamma}{\partial b} = nA\left[Ma_1 - 2Nb\right]$$

ihr Zeichen ändert, wenn $b = \frac{Ma_1}{2N}$, und hieraus folgt, dass der grösste absolute Werth von $\Delta_3\,\gamma$ einem von den folgenden gleich ist:

$$\Delta_{31}\,\gamma = nA\left[-Ma_1\,b_1 + N(a_1^2 - b_1^2)\right],\quad \Delta_{32}\,\gamma = \frac{na_1^2}{4N},\quad \Delta_{33}\,\gamma = nA\left[Ma_1\,b_1 + N(a_1^2 - b_1^2)\right],$$

wo der Werth $\Delta_{32}\,\gamma$ nur dann zu beachten ist, wenn

$$-b_1 < \frac{Ma_1}{2N} < b_1$$

ist, oder wenn $\frac{a_1}{b_1}$ zwischen den Grenzen $-\frac{2N}{M}$ und $\frac{2N}{M}$ liegt.

Fasst man diese Resultate zusammen, so sieht man, dass der grösste absolute Werth von $\Delta\,\gamma$ einer von den folgenden sein kann:

$$\Delta_{11}\,\gamma = \Delta_{33}\,\gamma = nA\left[Ma_1\,b_1 + N(a_1^2 - b_1^2)\right],\quad \Delta_{13}\,\gamma = \Delta_{31}\,\gamma = nA\left[-Ma_1\,b_1 + N(a_1^2 - b_1^2)\right],$$

$$\Delta_{12}\,\gamma = \Delta_{32}\,\gamma = \frac{na_1^2}{4N},\ \text{nur wenn}\ \frac{a_1^2}{b_1^2} < \frac{4N^2}{M^2},$$

$$\Delta_{21}\,\gamma = \frac{nb_1^2}{4N},\ \text{nur wenn}\ \frac{a_1^2}{b_1^2} > \frac{M^2}{4N^2}.$$

Ist $a_1 = b_1$, so ist der grösste absolute Werth von $\Delta\,\gamma$ gleich einem von den folgenden: $nAMa_1^2$ oder $\frac{na_1^2}{4N}$; der letzte Werth zu beachten, nur wenn $\frac{4N^2}{M^2} > 1$. Ist N^2 sehr klein, so ist der zweite Werth von $\Delta\,\gamma$ sehr gross, aber nicht zu beachten in Folge der Bedingung $\frac{4N^2}{M^2} > 1$, wenn nicht zugleich M^2 sehr klein ist. Sind aber beide Grössen N^2 und M^2 sehr klein, so sind in Folge von (4) die Grössen $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ sehr wenig von einander verschieden, und nur in diesem Falle hat eine kleine Aenderung der mittleren Componenten des Windes einen grossen Einfluss auf den Winkel γ. Eine bedeutende Aenderung des Winkels γ hat aber dann nur wenig Einfluss auf berechnete Wind-Wahrscheinlichkeiten.

Da die Unsicherheit der definitiv anzunehmenden Mittel-Componenten sich auf etwa $\pm$ 2 km. erstrecken kann, haben wir für $a_1 = b_1 = 2$ die Grenzen der Aenderung $\Delta\,\gamma$ des Winkels γ berechnet, die von einer Aenderung der Mittel-Componenten in den angegebenen Grenzen entstehen können, für alle Fälle, in denen wir die Grösse γ in den Tafeln IV, V, VIa, VII und XII angegeben haben. Es hat sich dabei herausgestellt, dass nur für einen Fall 9^h p. m. im Januar, wo die Grössen k und k_1 wenig von einander verschieden sind, die Grenze der Variation des Winkels $5°10'$ ist; für alle anderen Fälle ist diese Variation kleiner als $2°27'$. Diese Unsicherheit in der Bestimmung von γ ist zu klein, um einen merkbaren Einfluss auf die Wahrscheinlichkeits-Berechnungen haben zu können. Wäre die Unsicherheit in der Bestimmung der mittleren Componenten noch grösser, so würde das noch nicht solche Aenderungen in den Winkeln γ bewirken, dass sie in unseren Wahrscheinlichkeits-Berechnungen zu beachten wären, obwohl, wie es die obigen Ausdrücke zeigen, die Grenzen für $\Delta\gamma$ proportional dem Quadrate der Grenzen der Aenderung der Componenten des mittleren Windes wachsen.

Wir haben noch die Aenderung der Grössen $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ in Folge der Annahme veränderter Werthe der Mittelcomponenten zu bestimmen. Die Formeln (4) (A) und (A_1) geben annähernd für $\Delta\,\frac{1}{k^2}$ und $\Delta\,\frac{1}{k_1^2}$

$$a^2 + b^2 \pm [2\,ab\,\sin 2\,\gamma + (a^2 - b^2)\cos 2\,\gamma],$$

wo $a = \Delta\xi$ und $b = \Delta\eta$. Der grösste Werth, den $\Delta\frac{1}{k^2}$ oder $\Delta\frac{1}{k_1^2}$ in Folge dieses Ausdruckes bei verschiedenen γ erhalten kann, ist:

$$2\,(a^2 + b^2).$$

Sind die grössten Werthe von a und b gleich 2, so ist die Grenze der Aenderungen von $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ gleich 16. Da nun der kleinste gefundene Werth dieser Grössen mehr als 100 beträgt, so können die Grössen $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ durch die Annahme von etwas veränderten Werthen der Mittelcomponenten, so wie sie bei uns vorkommen, auch nicht um so viel verändert werden, dass dieses eine merkbare Aenderung der von uns mitgetheilten theoretischen Wahrscheinlichkeits-Bestimmungen bewirken würde.

Beilage IV.

Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes zwischen NW und SW für Juli um 3^h p. m.

Wir entnehmen aus der Tafel VIa folgende Werthe für Juli 3^h p. m.:

Die Componenten nach N und E des mittleren Windes: $u_1 = u_0 + \Delta\xi = +1{,}82$, $w_1 = w_0 + \Delta\eta = -5{,}02$, und die Grössen, welche die Veränderlichkeit der Winde charakterisiren: $\gamma = 133°\,55'$, $\frac{1}{k^2} = 587{,}0$, $\frac{1}{k_1^2} = 261{,}3$. NW macht mit N den Winkel $\alpha = 360° - 45° = 315°$, SW den Winkel $\alpha = 180° + 45° = 225°$, und man hat $180° + \gamma = 313°55'$. Es liegt somit die Richtung der grossen Axe der Ellipse zwischen den Richtungen NW und SW, und die Richtung der kleinen Axe ausserhalb des Winkels zwischen NW und SW. Die gegenseitige Lage des Anfangspunktes A, dem Winde Null entsprechend, des zweiten Anfangspunktes B, dem mittleren Winde entsprechend, der Richtungen der Axen X und Y der Ellipse und der 2 Grenzrichtungen NW und SW ist in der Fig. X angegeben. Man hat nun das Volumen zu finden, das unter der Fläche $z = \frac{kk_1}{\pi}\,e^{-kx^2 - k_1y^2}$ über dem durch den Winkel *NW. A. SW* umfassten, unendlichen Flächenraum liegt. Um dieses zu erreichen theilen wir das Volumen in folgender Weise in verschiedene Theile. Längs der positiven Richtung der X-Axe legen wir vom Anfangspunkte B gerechnet successiv die Abstände Δx_1, Δx_2, Δx_3, Δx_4, Δx_5, und längs der negativen Y-Axe die Abstände Δy_1, Δy_2, Δy_3, Δy_4 ab, und führen durch jeden Theilstrich gerade Linien, der zweiten Axe Y oder X parallel, bis zur Intersection mit den Geraden *A. NW* oder *A. SW*. Die dadurch erhaltenen Abschnitte der Geraden *A. NW* und *A. SW* sind die Diagonalen von Rechtecken, deren Seiten den Axen X und Y parallel sind. Ausserdem bilden wir noch zwei ähnliche Rechtecke,

deren Diagonalen aus A zu den ersten Theilpunkten auf den Geraden $A.\ NW$ und $A.\ SW$ gehen. Wir setzen nun den Flächenraum $NW.\ A.\ SW$ aus folgenden Theilen zusammen:

1) Der unendliche Flächenraum vom rechten Winkel $X.\ B.\ -\ Y$ umfasst,

2) Die Rechtecke 0, I_x, II_x, III_x, IV_x, V_x, I_y, II_y, III_y, IV_y, welche an die Abtheilungen der Axen X und Y von der einen Seite und an die obenerwähnten Diagonalrechtecke von der anderen grenzen.

3) Die halben Diagonalrechtecke, die an die eben angeführten Rechtecke grenzen.

4) Das nach der Richtung X unendliche Rechteck VI_x und der unendliche Winkelraum zwischen der Aussenseite dieses Rechtecks und der Richtung $A.\ NW$.

5) Das nach der Richtung $-\ Y$ unendliche Rechteck V_y vermindert um den Winkelraum, der zwischen seiner Aussenseite und der Geraden $A.\ SW$ eingefasst wird.

Um die Coordinaten der Ecken der Rechtecke zu finden, haben wir vorerst die Gleichungen der Geraden $A.\ NW$ und $A.\ SW$ nach dem Coordinatensystem X, Y aufzustellen. Es sei überhaupt α der Winkel, den eine durch den Punkt A geführte Gerade C mit der N-Axe macht. Ihre Gleichung in dem $N.E$-System ist dann $w = u \operatorname{tg} \alpha$. Um ihre Gleichung in dem X, Y-System zu finden, hat man die Transformationsgleichungen

$$u = u_1 + x \cos \varphi - y \sin \varphi,\ w = w_1 + x \sin \varphi + y \cos \varphi,$$

wo φ der Winkel ist, den die X-Axe mit N macht, der Winkel φ positiv gerechnet in derselben Richtung von N wie α. Dieses giebt die Gleichung der Gerade C in Bezug auf das Coordinatensystem $X\ Y$:

$$x \sin (\varphi - \alpha) + y \cos (\varphi - \alpha) + w_1 \cos \alpha - u_1 \sin \alpha = 0.$$

Nach den oben angegeben Werthen hat man $\varphi = \gamma + 180° = 313°55'$, $u_1 = 1{,}82$, $w_1 = -5{,}02$, für die Gerade $A.\ NW$, $\alpha = 315°$, und für die Gerade $A.\ SW$, $\alpha = 225°$ und somit:

für A.NW . . . . $-x \sin 1°5' + y \cos 1°5' - 3{,}20 \sin 45° = 0$

und für A.SW . . $x \cos 1°5' + y \sin 1°5' + 6{,}84 \sin 45° = 0.$

Hieraus erhält man für den Punkt A als Durchschnittspunkt der beiden Geraden: $x = -4{,}881$, $y = 2{,}172$.

Wenn man nun bei der Berechnung die über den Diagonal-Rechtecken befindlichen Volumina ganz vernachlässigt, so macht man dadurch im Gesammt-Volumen einen Fehler, der kleiner ist als die Summe dieser Diagonal-Volumina. Um diesen Fehler zu begrenzen, wollen wir die Dimensionen der Rechtecke so bestimmen, dass das über jedem Diagonal-Rechteck befindliche Volumen eine gewisse Grösse δ nicht übertrifft. Betrachten wir zuerst die Diagonal-Rechtecke um die Gerade $A.\ NW$. Ist Δx die mit der X-Axe parallele Seite eines solchen Vierecks, so ist seine andere Seite $\Delta x \operatorname{tg} 1°5'$, welche wir, der Kürze wegen, mit $a\,\Delta x$ bezeichnen werden. Sind nun x und y die Coordinaten der am nächsten an B liegenden Ecke dieses Vierecks, so soll das über ihm liegende Volumen kleiner als δ sein, d. h.

$$\frac{1}{\pi}\int_{kx}^{k(x+\Delta x)} e^{-u^2}\,du.\int_{k_1 y}^{k_1(y+a\Delta x)} e^{-u^2}\,du < \delta.$$

Die grössten Werthe, welche e^{-u^2} zwischen den Grenzen der Integrale annimmt, sind $e^{-k^2x^2}$ und $e^{-k_1^2y^2}$. Folglich ist

$$\frac{1}{\pi}\int_{kx}^{k(x+\Delta x)} e^{-u^2}\,du\int_{k_1 y}^{k_1(y+a\Delta x)} e^{-u^2}\,du < \frac{akk_1}{\pi}\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,(\Delta x)^2.$$

Wählt man nun Δx so, dass:

$$\frac{akk_1}{\pi}\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,(\Delta x)^2 < \delta,$$

so ist umsomehr das Produkt der Integrale kleiner als δ. Die letzte Ungleichung giebt

$$\Delta x < \sqrt{\frac{\pi\delta\, e^{k^2x^2+k_1^2y^2}}{kk_1\,\mathrm{tg}\,1^\circ\,5'}}.$$

Hiernach haben wir, $\delta = 0{,}001$ gesetzt, die Coordinaten der dem Punkte B am nächsten liegenden Ecken der Diagonal-Rechtecke successive berechnet:

$x_1 = 0$	$y_1 = 2{,}264$	$\Delta x_1 = 8{,}147$
$x_2 = 8{,}147$	$y_2 = 2{,}418$	$\Delta x_2 = 8{,}606$
$x_3 = 16{,}75$	$y_3 = 2{,}585$	$\Delta x_3 = 10{,}38$
$x_4 = 27{,}13$	$y_4 = 2{,}781$	$\Delta x_4 = 15{,}35$
$x_5 = 42{,}48$	$y_5 = 3{,}071$	$\Delta x_5 = 38{,}21.$

Weiter braucht man nicht zu gehen, weil das Volumen, welches über dem Winkelraum neben dem Rechteck VI_x (siehe oben Mom. 4) liegt, so klein ist, dass es ganz vernachlässigt werden kann, wie wir gleich sehen werden. Die Coordinaten der Spitze dieses Winkels sind $x_6 = 80{,}69$, $y_6 = 3{,}794$, und das über ihm liegende Volumen ist jedenfalls kleiner, als dasjenige Volumen, das über einem rechten Winkel liegt, der mit dem betrachteten Winkelraum die Spitze und den Schenkel X gemein hat und von dem der betrachtete Winkelraum einen Theil ausmacht. Das über diesem rechten Winkel liegende Volumen ist aber:

$$\frac{1}{\pi}\int_{kx_6}^{\infty} e^{-u^2}\,du.\int_{k_1 y_6}^{\infty} e^{-u^2}\,du < 0{,}0000008.$$

Um eine ähnliche Berechnung für die Diagonal-Rechtecke längs der Richtung $A.\,SW$ auszuführen, muss man ein etwas verändertes Verfahren anwenden, was darauf beruht, dass

mit wachsender Entfernung von B diese Richtung sich der Y-Axe zuerst nähert und sie dann durchschneidet, während die Richtung $A.\ NW$ von der X-Axe vom Punkte B an divergirt. Nennen wir die Coordinaten der successiven Theilungspunkte auf der Gerade $A.\ SW$: $x_1', y_1'; x_2', y_2'; \ldots x_i', y_i'$, so haben wir $y_1' = 0, y_2' = -\Delta y_1, y_3' = y_2' - \Delta y_2, \ldots y_i' = y'_{i-1} - \Delta y_{i-1}$. Die der X-Axe parallelen Seiten des i-ten Diagonalrechtecks sind Δy tg $1^\circ 5' = a\ \Delta y_i$ und die Abscisse der dem Punkte B nächsten Ecke dieses Rechtecks ist $x_i' + a\ \Delta y_i = x'_{i+1}$. Somit ist das über diesem Rechteck liegende Volumen

$$\frac{1}{\pi} \int_{kx'_{i+1}}^{kx'_i} e^{-u^2}\, du \cdot \int_{k_1 y'_{i+1}}^{k_1 y'_i} e^{-u^2}\, du.$$

Die grössten Werthe, die e^{-u^2} zwischen den Grenzen der Integrale annimmt, sind $e^{-k^2 x'^2_{i+1}}$ und $e^{-k_1^2 y'^2_i}$, und somit ist das obige Produkt kleiner als

$$\frac{akk_1}{\pi}\, e^{-k^2 x'^2_{i+1} - k_1^2 y_i'^2} (\Delta y_i)^2.$$

Damit nun das über dem Diagonalrechtecke liegende Volumen kleiner als δ sein soll, hat man nur zu wählen

$$\Delta y_i < \sqrt{\frac{\pi\delta\, e^{k^2 x'^2_{i+1} + k_1^2 y_i'^2}}{kk_1 \text{ tg } 1^\circ 5'}}.$$

Da aber x'_{i+1} nur nach der Bestimmung von Δy_i berechnet werden kann, so ersetzen wir x'_{i+1} in der letzten Formel durch eine ihr nahe liegende Grösse x_a, die wir so wählen sollen, dass:

$$x_a^2 < x'^2_{i+1}.$$

Δy_i wird dann so gross wie möglich bestimmt bei der Bedingung

$$\Delta y_i < \sqrt{\frac{\pi\delta\, e^{k^2 x_a^2 + k_1^2 y_i'^2}}{kk_1 \text{ tg } 1^\circ 5'}}$$

und erst später controlirt, ob wirklich x_a so gewählt ist, dass $x_a^2 < x'^2_{i+1}$ ist. In dieser Weise haben wir durch successive Rechnung bekommen:

$x_1' = -4{,}837$	$x_a = 4{,}5$	$y_1' = 0$	$\Delta y_1 = 8{,}298$
$x_2' = -4{,}680$	$x_a = 4{,}0$	$y_2' = -8{,}298$	$\Delta y_2 = 9{,}331$
$x_3' = -4{,}504$	$x_a = 4{,}0$	$y_3' = -17{,}63$	$\Delta y_3 = 14{,}82$
$x_4' = -4{,}224$	$x_a = 0$	$y_4' = -32{,}45$	$\Delta y_4 = 60{,}50.$
$x_5' = -3{,}080$		$y_5' = -92{,}95$	

Weiter brauchen wir nicht zu gehen, denn, wenn wir das folgende Viereck V_y bis zum Durchschnittspunkt der Gerade $A.\ SW$ mit der Y-Axe rechnen, so finden wir das über

ihm befindliche Volumen so klein, dass es gar nicht in Betracht genommen zu werden braucht, ebensowenig wie das Volumen über dem zwischen $A.\ SW$ und der Y-Axe befindlichen Winkelraum, der vom erwähnten Durchschnittspunkt nach dem negativen Ende der Y-Axe sich unendlich ausdehnt.

Die Coordinaten des erwähnten Durchschnittspunktes sind $x = 0$, $y = -255{,}8$, und somit das über dem Viereck V_y liegende Volumen

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{3{,}080\,k} e^{-u^2}\,du.\int_{92{,}95\,k_1}^{255{,}8\,k_1} e^{-u^2}\,du = \frac{1}{\pi}\int_0^{0{,}1271} e^{-u^2}\,du.\int_{5{,}75}^{15{,}83} e^{-u^2}\,du < 10^{-11}.$$

Das über dem Winkelraum befindliche Volumen ist kleiner als

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} e^{-u^2}\,du.\int_{15{,}83}^{\infty} e^{-u^2}\,du$$

und somit noch viel kleiner als das vorige Volumen.

Am Rechtecke O (zwischen A und B) liegen zwei Diagonal-Rechtecke, die wir mit O_x und O_y bezeichnen werden. Für das erste hat man

$$x_0 = 0,\ y_0 = 2{,}172,\ \Delta x_0 = 4{,}881,\ \Delta y_0 = 0{,}09230 \text{ und Volumen } < 0{,}0004$$

und für das zweite:

$$x_0 = -4{,}837,\ y_0 = 0,\ \Delta x_0 = 0{,}04107,\ \Delta y_0 = 2{,}172 \text{ und Volumen } < 0{,}00005.$$

Die Wahrscheinlichkeit eines Windes zwischen NW und SW ist nun gleich dem Volumen über dem rechten Winkel $X.\ B.\ Y$, das 0,25 gleich ist, nebst der Summe der Volumina über den Rechtecken, für welche die Data in der folgenden Tabelle angegeben sind:

Rechtecke.	x_i	y_i	Δx [1])	Δy [1])	Volumen	Fehlergrenzen.
Ix	0	0	8,147	2,264	0,0144	0,001
IIx	8,147	0	8,606	2,418	0,0128	0,001
IIIx	16,75	0	10,38	2,585	0,0096	0,001
IVx	27,13	0	15,35	2,781	0,0048	0,001
Vx	42,48	0	38,21	3,071	0,0007	0,001
VIx	80,69	0	∞	3,794	0,0000	0,0000008
Iy	0	0	4,680	8,298	0,0287	0,001
IIy	0	— 8,298	4,504	9,331	0,0179	0,001
IIIy	0	—17,63	4,224	14,82	0,0058	0,001
IVy	0	—32,45	3,080	60,50	0,0002	0,001
0	0	0	4,837	2,172	0,0084	0,00045
				Summe	0,1033	0,0094508

1) Δx und Δy bedeuten hier die der X-Axe und der Y-Axe parallelen Dimensionen der Rechtecke.

Es ist somit die gesuchte Wahrscheinlichkeit zwischen 0,3533 und 0,3627508, so dass wir sie annehmen können 0,358 ± 0,0047.

Beilage V.

Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes mit einer Geschwindigkeit über 35 km. pro Stunde für den Januar — Monat 1886.

Nach der Tabelle IV haben wir für den Januar $\gamma = 151^\circ 23'$, $\frac{1}{k^2}=315{,}7$, $\frac{1}{k_1^2} = 180{,}8$, $u_0=-8{,}73$, $w_0=0{,}67$. In der Fig. XI haben wir die Geraden NS und EW graphisch dargestellt, deren Durchschnittspunkt A dem Winde Null entspricht, den Punkt B, der dem mittleren Winde entspricht, und die Richtungen BX und BY parallel den Zerstreuungs-Axen verzeichnet. Mit dem Punkte A als Centrum ist ein Kreis vom Radius 35 km. beschrieben; dasjenige Volumen, das über dem Theil der horizontalen Ebene, der ausserhalb dieses Kreises unter der Fläche Z liegt, sich befindet, ist gleich der Wahrscheinlichkeit eines Windes, dessen Geschwindigkeit über 35 km. beträgt. Die Aufgabe besteht nun darin, dieses Volumen zu berechnen. Zu dem Zwecke führen wir durch A zwei gerade Linien parallel den Zerstreuungs-Axen, und durch die Durchschnittspunkte C, D, F, G dieser Geraden mit dem Kreise andere Geraden, die den Kreis tangiren. Diese Tangenten bilden ein Quadrat $H\,I\,K\,L$ und wir wollen vorerst das über diesem Quadrat gelegene Volumen berechnen. Nach den Formeln:

$$x_0 = \omega_0 \sin \gamma + u_0 \cos \gamma$$
$$y^0 = \omega_0 \cos \gamma - u_0 \sin \gamma$$

berechnen sich die Coordinaten des Punktes A im Coordinatensystem X, Y mit dem Anfangspunkt B zu

$$x_0 = + 7{,}98,\ y_0 = + 3{,}59.$$

Dann hat man leicht die Coordinaten der Ecken des Quadrats:

Ecke H:	$x = + 42{,}98$	$y = + 38{,}59$
» I:	$x = - 27{,}02$	$y = + 38{,}59$
» K:	$x = - 27{,}02$	$y = - 31{,}41$
» L:	$x = + 42{,}98$	$y = - 31{,}41.$

Durch die Axen X und Y wird dieses Quadrat in 4 Theile getheilt, und das über ihm gelegene Volumen ist als Summe der über jedem von diesen vier Theilen gelegenen Volumina nach der Formel (10)zu berechnen. Diese Summe berechnet sich zu 0,9880, und somit das ausserhalb des Quadrats gelegene Volumen 0,0120. Hierzu hat man noch diejenigen Volumina hinzufügen, die über den 4 Flächenrä umen liegen, welche an den Ecken de

Quadrats sich zwischen seinen Seiten und den entsprechenden Viertelkreisbögen einschliessen. Um dieses zu thun, berechnen wir zuerst diejenigen Volumina, die über 4 kleinen Quadraten HH', II', KK', LL' liegen, die je eine Ecke mit dem grossen Quadrat gemein haben, indem die entgegengesetzte Ecke auf dem Kreisbogen liegt. Die Coordinaten dieser letzten Ecke berechnen sich nach den Formeln:

$$x = x_0 \pm \frac{35\sqrt{2}}{2},\quad y = y_0 \pm \frac{35\sqrt{2}}{2}$$

und finden sich

für H':	$x = +32{,}73$	$y = +28{,}34$
» I':	$x = -16{,}77$	$y = +28{,}34$
» K':	$x = -16{,}77$	$y = -21{,}16$
» L':	$x = +32{,}73$	$y = -21{,}16.$

Nach der Formel (10) berechnen sich dann die über den kleinen Quadraten gelegenen Volumina zu:

über	HH'	liegt Volumen	0,000004
»	II'	» »	0,0001
»	KK'	» »	0,0008
»	LL'	» »	0,00003
		Summe	0,000934.

Wir haben überhaupt die 5-te Decimalstelle vernachlässigt, und nur bei HH' und LL' kleinere Grössen angeführt, um ein Bild von der kleinen Höhe der Fläche Z über diesen Vierecken zu geben.

Die Volumina über den noch bleibenden Flächenräumen zwischen den Seiten der kleinen Quadrate, des grossen Quadrats und dem anstossenden Kreisbogen, berechnen wir in der Weise, dass wir in jedem von diesen Flächenräumen Rechtecke beschreiben, deren Seiten mit den Axen X und Y parallel sind, deren je eine Ecke auf dem Kreise und je eine Seite auf einer Seite der grossen Quadrats liegen. Diese Rechtecke liegen alle ausserhalb des Kreises und die Summe der über ihnen gelegenen Volumina ist kleiner, als das zu berechnende Volumen. Fügen wir zu jedem von diesen Rechtecken ein anderes hinzu, welches mit zwei Ecken mit denjenigen Ecken der angrenzen Rechtecke erster Art, die auf den Kreisbogen fallen, zusammenfällt, so ist die Summe der über allen Rechtecken erster und zweiter Art gelegenen Volumina grösser, als das zu bestimmende Volumen. Berechnen wir nun das Volumen nur nach den Rechtecken erster Art, so wird es zu klein, wird es aber um das über den Vierecken zweiter Art gelegene Volumen vergrössert, so ist es zu gross. So bekommt man eine Fehlergrenze des berechneten Volumens. Um die Fehlergrenze zu vermindern, haben wir an den Stellen, wo die Ordinaten z gross sind, kleinere Rechtecke verzeichnet. Bei den mit dieser Rücksicht von uns angenommenen Grössen der Rechtecke, die wir graphisch im Maassstab dargestellt haben, berechnen sich die über ihnen gelegenen Volumina zu folgenden Grössen:

Bezeichnung der Vierecke erster Art.	Volumina über den Vierecken: erster Art.	zweiter Art.
I	0,000273	0,000070
II	0,000407	0,000124
III	0,000308	0,000094
IV	0,000457	0,000191
V	0,000449	0,000190
VI	0,000412	0,000184
VII	0,000354	0,000171
VIII	0,000283	0,000148
IX	0,000200	0,000128
X	0,000130	0,000093
XI	0,000060	0,000144
XII	0,000000	0,000076
1	0,000169	0,000085
2	0,000139	0,000073
3	0,000126	0,000082
4	0,000103	0,000086
5	0,000077	0,000099
6	0,000028	0,000119
7	0,000000	0,000037
a	0,000000	0,000024
b	0,000009	0,000037
c	0,000019	0,000062
d	0,000023	0,000062
e	0,000028	0,000100
f	0,000015	0,000073
g	0,000000	0,000027
h	0,000000	0,000000
i	0,000000	0,000046
k	0,000006	0,000110
l	0,000002	0,000027
m	0,000000	0,000023
n	0,000000	0,000012
p	0,000014	0,000028
q	0,000022	0,000189
r	0,000125	0,000131
s	0,000178	0,000181
t	0,000166	0,000122
u	0,000158	0,000136
v	0,000122	0,000132
w	0,000037	0,000140
x	0,000019	0,000012
y	0,000000	0,000030
Summe	0,004918	0,003898
Hierzu kommen die Volumina ausserhalb des grossen Quadrats	0,0120	
Der 4 kleinen Quadrate	0,000934	
Summe	0,017852	0,003898

Folglich ist das gesuchte Volumen $0{,}019801 \pm 0{,}001949$.

Beilage VI.

Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Windes mit einer Geschwindigkeit über 35 km. in der Stunde für den Januar-Monat 1882.

Nach den Beobachtungen von 7^h a. m., 1^h p. m. und 9^h p. m. für den Januar 1882 haben wir die Constanten berechnet:

$$\gamma = 143°57', \frac{1}{k^2} = 558{,}4, \frac{1}{k_1^2} = 264{,}5, u_0 = -0{,}28, \omega_0 = -16{,}14.$$

In der Fig. XII haben wir durch den Punkt A die beiden Richtungen NS und EW gezogen und nach dem Maassstab 2 mm. für 1 km. den Punkt B mit den Coordinaten nach N und E $u_0 = -0{,}28$, $w_0 = -16{,}14$ aufgeführt. Durch den Punkt B ist dann die Axe X unter dem Winkel $143°57'$ und winkelrecht dazu die Axe Y gezogen. Mit A als Centrum und 35 km. als Radius ist ein Kreis verzeichnet und ausserdem um B als Centrum Bogen von 19 verschiedenen Ellipsen, die in dem Axen-System X, Y alle die Gleichungen (7)

$$k^2 x^2 + k_1^2 y^2 = u^2,$$

haben, wo u für jede Ellipse einen besonderen Werth hat. Die Halbaxen dieser Ellipsen sind, a die grössere und b die kleinere:

$$a = \frac{u}{k}, b = \frac{u}{k_1}.$$

Die Werthe von u sind nun so gewählt, dass die kleinste von den Ellipsen № 1 den Kreis von innen und die grösste № 19 von aussen beinahe berührt. Dann sind für vier Viertel-Ellipsen die Dimensionen der Axen so gewählt, dass der grösste Theil dieser Viertel-Ellipsen innerhalb des Kreises fällt. Diese Viertel-Ellipsen gehören, die kleinste der Ellipse № 2, zwei intermediäre der № 7 und die grösste der № 15. Diejenigen Flächenräume, die in den Quadranten des X Y-Systems zwischen den Viertel-Ellipsen und den Kreisbogen fallen, sind getheilt durch elliptische Bogen, die den Ellipsen № 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18 gehören. Die über dem Umkreis einer jeden solchen Ellipse gelegene Ordinate der Fläche Z lässt sich nach der Formel:

$$z = \frac{kk_1}{\pi} e^{-u^2}$$

berechnen. Das Volumen, welches unter der Fläche Z und über einem Flächenraum liegt, der von zwei von den erwähnten Ellipsen-Bogen von zwei Seiten, und von zwei anderen Seiten beliebig begrenzt ist, ist nun kleiner als ein Cylinder, der diesen Flächenraum als Basis

hat, und dessen Höhe dasjenige z ist, welches der kleineren Ellipse zugehört. Andererseits ist dies Volumen grösser als dasjenige eines anderen Cylinders, das dieselbe Basis hat, dessen Höhe aber gleich demjenigen Werth von z ist, welcher der grösseren Ellipse zukommt. Die Dimensionen der Ellipsen-Axen sind nun so gewählt, dass der Unterschied der Volumina der beiden Cylinder klein genug ist, um die Summe aller entsprechenden unter der Fläche Z gelegenen Volumina mit der erforderlichen Genauigkeit als Summe der Volumina der erwähnten Cylinder berechnen zu können. Die von uns zu diesem Zwecke angenommenen Halbaxen a und b der Ellipsen mit den zugehörigen Werthen von Log u und Log z sind in der folgenden Tabelle angegeben:

№ der Ellipse	a	b	Log u	Log z
1	21,72	15,62	0,9634—1	0,5321—4
2	23,50	16,90	0,9976—1	0,4695—4
3	25,00	17,98	0,0244	0,4130—4
4	27,00	19,42	0,0579	0,3230—4
5	29,00	20,85	0,0889	0,2450—4
6	31,00	22,29	0,1179	0,1515—4
7	33,03	23,75	0,1454	0,0506—4
8	35,81	25,75	0,1805	0,9018—5
9	37,76	27,50	0,2035	0,7900—5
10	40,67	29,25	0,2358	0,6130—5
11	42,91	30,86	0,2591	0,4670—5
12	45,00	32,36	0,2797	0,3240—5
13	47,44	34,11	0,3026	0,1490—5
14	50,21	36,11	0,3273	0,9380—6
15	52,77	38,11	0,3507	0,7150—6
16	56,13	40,36	0,3757	0,4490—6
17	59,61	42,86	0,4018	0,1360—6
18	63,43	45,61	0,4288	0,7700—7
19	67,80	48,75	0,4577	0,3250—7

Nachdem die Ellipsen-Bogen mit einem, besonders dafür construirten, Instrument verzeichnet worden sind, wurden die Flächengrössen der oben erwähnten Abschnitte mit einem Amsler'schen Planimeter gemessen, und deren Inhalt, multiplicirt mit den Werthen von z der angrenzenden Ellipsen-Bogen, hat für jeden Abschnitt zwei Volumina gegeben, zwischen denen das unter der Fläche Z gelegene, dem Abschnitt entsprechende Volumen liegt. Die erhaltenen Produkte sind in der folgenden Tafel angegeben. Wir haben hier die ausserhalb des Kreises gelegenen Abschnitte mit grossen Buchstaben und die innerhalb des Kreises gelegenen mit kleinen bezeichnet.

Bezeichnung der Abschnitte.	Grenzen der über ihnen gelegenen Volumina.		Bezeichnung der Abschnitte.	Grenzen der über ihnen gelegenen Volumina.	
A	0,00885	0,00766	*a*	0,00644	0,00457
B	0,00006	0,00006	*b*	0,00330	0,00255
C	0,00062	0,00054	*c*	0,00325	0,00216
D	0,00298	0,00242	*d*	0,00146	0,00104
E	0,00324	0,00271	*e*	0,00119	0,00086
F	0,00446	0,00360	*f*	0,00078	0,00052
G	0,00390	0,00309	*g*	0,00061	0,00038
H	0,00050	0,00030	*h*	0,00033	0,00020
I	0,00052	0,00032	*i*	0,00076	0,00041
K	0,00070	0,00047	*k*	0,00039	0,00019
L	0,00034	0,00024	*l*	0,00018	0,00008
M	0,00014	0,00012	*m*	0,00005	0,00002
N	0,00264	0,00209	*n*	0,00672	0,00477
O	0,00102	0,00082	*o*	0,00225	0,00174
P	0,00004	0,00004	*p*	0,00104	0,00069
			q	0,00005	0,00004
			r	0,00271	0,00238
			s	0,00163	0,00133
			t	0,00273	0,00250
Summe	0,03001	0,02448	Summe	0,03587	0,02643

Nach der Formel $\frac{1}{4}(1 - e^{-u^2})$ berechnen sich die Volumina, die über den oben erwähnten Viertel-Ellipsen 15, 7, 2 und 7 liegen:

№ 15	0,24836
» 7	0,21455
» 2	0,15700
» 7	0,21455
Summe	0,83446.

Fügt man hierzu die Summe der Volumina über den Abschnitten *a* bis *t* und zieht die Volumina über den Abschnitten *A* bis *P* ab, so bekommt man zwei Grenzen 0,84585 und 0,83088, zwischen denen das gesuchte Volumen liegt. Man hat also das Volumen $0{,}8384 \pm 0{,}0075$ und die gesuchte Wahrscheinlichkeit $0{,}1616 \pm 0{,}0075$.

Beilage VII.

Andere Methoden zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit.

Wir haben (Formel 10) den Ausdruck gegeben für die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes innerhalb eines Rechtecks fällt, dessen Seiten den Zerstreuungs-Axen parallel sind. Ein ähnlicher Ausdruck kann gefunden werden für ein Parallelogramm, dessen Seiten den conjugirten Diametern der Zerstreuungs-Ellipse parallel sind. Zu diesem Zwecke wollen wir schiefwinklige Axen X' und Y' einführen, die mit den Axen X und Y denselben Anfangspunkt haben, und nennen φ den Winkel zwischen X' und X, $\varphi + \theta$ Winkel zwischen Y' und X. Diese Winkel rechnen wir vom positiven Ende der X-Axe aus positiv nach der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers. Ferner wollen wir x' und y' positiv rechnen nach denjenigen Enden der neuen Axen, die mit der X-Axe Winkel kleiner als π machen, so dass man immer $0 \leqq \varphi < \pi$, $0 \leqq \varphi + \theta < \pi$ hat. Weiter wollen wir diejenige der neuen Axen X'-Axe nennen, welche den kleineren Winkel mit der X-Axe macht, so dass θ nie einen negativen Werth kaben kann.

Sind die neuen Coordinaten des Endpunktes eines Windes x' und y', so hat man:

$$\left.\begin{aligned} x &= x' \cos\varphi + y' \cos(\varphi + \theta), \quad x' = \frac{x \sin(\varphi+\theta) - y\cos(\varphi+\theta)}{\sin\theta} \\ y &= x' \sin\varphi + y' \sin(\varphi + \theta), \quad y' = \frac{-x\sin\varphi + y\cos\varphi}{\sin\theta} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \text{(a)}$$

Somit wird:

$$k^2 x^2 + k_1^2 y^2 = \left[k^2\cos^2\varphi + k_1^2 \sin^2\varphi\right] x'^2 + \left[k^2\cos^2(\varphi+\theta) + k_1^2\sin^2(\varphi+\theta)\right] y'^2 + 2\left[k^2\cos\varphi\cos(\varphi+\theta) + k_1^2\sin\varphi\sin(\varphi+\theta)\right] x'y'.$$

Wählt man die Richtungen X' und Y' so, dass

$$k^2\cos\varphi\cos(\varphi+\theta) + k_1^2\sin\varphi\sin(\varphi+\theta) = 0 \ldots\ldots\ldots \text{(b)}$$

ist, so müssen, wenn $\cos\varphi$ und $\sin\varphi$ von gleichen, $\cos(\varphi+\theta)$ und $\sin(\varphi+\theta$ von ungleichen Zeichen sein, und vice versa. Ist nun $\varphi < \frac{\pi}{2}$, so folgt daraus, dass $\varphi + \theta > \frac{\pi}{2}$ ist. Würde man $\varphi > \frac{\pi}{2}$ nehmen, so würde daraus folgen: $\varphi + \theta < \frac{\pi}{2}$, was den gesetzten Bedingungen widerspricht, weil wir mit φ den kleineren von den beiden Winkeln, welche die neuen Axen mit der x-Axe macht, bezeichnet haben. Ist $\varphi = 0$, so folgt aus (*b*): $\varphi + \theta = \frac{\pi}{2}$. Ist $\varphi = \frac{\pi}{2}$, so folgt: $\sin(\varphi+\theta) = 0$; d. h. die Y-Axe ist der X-Axe parallel; dann hat man aber nach unseren Bestimmungen ihr mit der x-Axe zusammenfallendes Ende für X'-Axe

zu nehmen, und die andere ihr jetzt rechtwinklige Axe als Y'-Axe zu rechnen. Somit kann φ nie den Werth $\frac{\pi}{2}$ und $\varphi + \theta$ nie den Werth π erreichen. Man hat also überhaupt:

$$(c) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 0 \leqq \varphi < \frac{\pi}{2}, \quad \frac{\pi}{2} \leqq \varphi + \theta < \pi.$$

Bezeichnet man:

$$(d) \ldots l = \sqrt{k^2 \cos^2 \varphi + k_1^2 \sin^2 \varphi}, \quad l_1 = \sqrt{k^2 \cos^2 (\varphi + \theta) + k_1^2 \sin^2 (\varphi + \theta)},$$

diese beiden Grössen immer positiv genommen, und bemerkt, dass das Flächen-Element bei den neuen Coordinaten $\sin\theta\, dx'\, dy'$ ist, so hat man die Wahrscheinlichkeit dass der Endpunkt eines Windes in einen gewissen Flächenraum fällt:

$$\iint z\, dx\, dy = \sin\theta \iint z\, dx'\, xy' = \frac{kk_1 \sin\theta}{\pi} \iint e^{-l^2 x'^2 - l_1^2 y_1^2}\, dx'\, dy',$$

wenn die Integrale alle über den erwähnten Flächenraum genommen sind. Nehmen wir nun im letzten Integral die Grenzen constant, x_1' und y_1' die kleineren, und x_2', y_2' die grösseren, so wird das Integral ein Produkt von zwei einfachen Integralen, und die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes sich innerhalb eines Parallelogramms befindet, dessen Seiten den Axen X' und Y' parallel, und dessen zwei entgegengesetzte Ecken in diesem Axen-System die Coordinaten x_1', y_1' und x_2' und y_2' haben, ist:

$$\frac{kk_1 \sin\theta}{\pi} \int_{x_1'}^{x_2'} e^{-l^2 x'^2}\, dx'. \int_{y_1'}^{y_2'} e^{-l_1^2 y'^2}\, dy' = \frac{kk_1 \sin\theta}{\pi\, ll_1} \int_{lx_1'}^{lx_2'} e^{-u^2}\, du. \int_{l_1 y_1'}^{l_1 y_2'} e^{-u^2}\, du.$$

Aus (b) und (d) bekommt man aber:

$$ll_1 = kk_1 \sin\theta,$$

und somit ist die gesuchte Wahrscheinlichkeit:

$$(11) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \frac{1}{\pi} \int_{lx_1'}^{lx_2'} e^{-u^2}\, du. \int_{l_1 y_1'}^{l_1 y_2'} e^{-u^2}\, du.$$

Aus (a), (b) und (d) hat man:

$$(11\,a) \ldots\ x' = \frac{k^2 \cos\varphi . x + k_1^2 \sin\varphi . y}{\sqrt{k^2 \cos^2\varphi + k_1^2 \sin^2\varphi}}, \quad l_1 y' = \frac{k^2 \cos(\varphi+\theta) . x + k_1^2 \sin(\varphi+\theta) . y}{\sqrt{k^2 \cos^2(\varphi+\theta) + k_1^2 \sin^2(\varphi+\theta)}}.$$

Setzt man in diesen Formeln für x und y zuerst die Coordinaten x_1 y_1 im Axen-System XY einer Ecke des Parallelogramms, und dann die Coordinaten in demselben System der gegen-

überliegenden Ecke, so bekommt man zwei Werthe von lx', und zwei von $l_1 y'$. Der kleinere der Werthe von lx' ist lx_1' der grössere lx_2', der kleinere von den Werthen $l_1 y'$ ist $l_1 y_1'$ und der grössere $l_1 y_2'$. In dieser Weise bekommt man die Grenzen der Integrale in (11). Für $\varphi = o$ ist $\varphi + \theta = \frac{\pi}{2}$ und die Formeln (11) und (11a) geben für diesen Fall die früher gefundene Formel (10).

Die gegebenen Formeln können auch zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit dienen, dass der Endpunkt eines Windes in einem Winkelraume liegt, dessen Seiten den conjugirten Diametern der Zerstreuungs-Ellipse parallel sind. Dazu hat man nur in (11) entweder $x'_1 = -\infty$, oder $x'_2 = \infty$ und zugleich entweder $y'_1 = -\infty$, oder $y'_2 = \infty$ zu setzen, je nach dem, für welchen von den vier Winkelräumen, die durch die beiden Geraden begrenzt sind, man die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen hat. Die Coordinaten im Axen-System XY des Scheitels des Winkels geben, in die Formel (11a) eingesetzt, die beiden anderen Grenzen der Integrale (11).

Eine andere Anwendung geben diese Formeln zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes sich zwischen zwei gegebenen parallelen Geraden befindet, wobei die Lage dieser Geraden ganz willkürlich genommen werden kann. Sind diese Geraden der Y'-Axe parallel, so haben wir $y'_1 = -\infty$, $y'_2 = \infty$ zu setzen, und der Ausdruck (11) giebt die gesuchte Wahrscheinlichkeit:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{lx_1'}^{lx_2'} e^{-u^2}\, du,$$

wo die Grenzen nach der ersten der Formeln (11a) zu berechnen sind. In Folge von (c) ist diese Herleitung gültig nur für Gerade, die rechte oder stumpfe Winkel mit der x-Axe machen. Setzen wir aber $x'_1 = -\infty$, $x'_2 = \infty$, so giebt (11):

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{l_1 y_1'}^{l_1 y_2'} e^{-u^2}\, du,$$

wo die Grenzen nach der zweiten von den Formeln (11a) zu berechnen sind. Jetzt aber ist φ der positive Winkel, den die Geraden mit der X-Axe machen, und $0 \leqq \varphi < \frac{\pi}{2}$. Nennt man ψ den positiven Winkel, kleiner als π, den die Grenzgeraden mit der x-Axe bilden, so hat man im ersten Falle $\psi = \varphi + \theta$ und im zweiten $\psi = \varphi$, und nennt man die Integrations-Grenzen a_1 und a_2, wobei $a_1 < a_2$, so kann man in Folge von (b) diese Grenzen in beiden Fällen nach der Formel:

$$a = \frac{kk_1 (-x \operatorname{tg} \psi + y)}{\sqrt{k_1^2 \operatorname{tg}^2 \psi + k^2}}$$

berechnen, wenn für x und y zuerst die Coordinaten irgend eines Punktes auf der ersten Gerade und dann die Coordinaten irgend eines Punktes der zweiten Grenzgerade eingesetzt werden. Der kleinere von den so erhaltenen Werthen von a ist a_1, der grössere a_2. Es ist hierbei vollkommen gleichgültig, welche Punkte man auf der einen oder anderen Gerade nimmt, um die Grenzen a_1 und a_2 in der angegebenen Weise zu berechnen, denn, sind die Gleichungen der beiden Geraden:

(e) . . . . . $Ax + By = C_1$ und $Ax + By = C_2$,

so ist: $\operatorname{tg} \psi = -\frac{A}{B}$, und folglich für die eine Gerade:

$-x \operatorname{tg} \psi + y = \frac{Ax}{B} + y = \frac{C_1}{B}$, und für die andere:

$-x \operatorname{tg} \psi + y = \frac{Ax}{B} + y = \frac{C_2}{B}$, so dass für jede der beiden Geraden die Grösse $-x \operatorname{tg} \psi + y$ denselben Werth hat, welchem Punkte auf der Gerade die Coordinaten x und y noch zukommen mögen. Hat man die Bezeichnungen C_1 und C_2 so gewählt, dass:

(f) . . . . . $\frac{C_1}{B} < \frac{C_2}{B}$,

so sind die Grenzen des Integrals:

(12 b) . . . . . $a_1 = \frac{kk_1 C_1}{B\sqrt{k_1^2 \frac{A^2}{B^2} + k^2}}$, $a_2 = \frac{kk_1 C_2}{B\sqrt{k_1^2 \frac{A^2}{B^2} + k^2}}$,

und die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes sich zwischen den beiden Geraden (e) befindet:

(12) . . . . . $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{a_1}^{a_2} e^{-u^2} du.$

Denkt man sich die eine Gerade unendlich entfernt, z. B. $C_2 = \infty$, so bekommt man bei

(g) . . . . . $a = \frac{kk_1 C}{B\sqrt{k_1^2 \frac{A^2}{B^2} + k^2}}$

die Wahrscheinlichkeit:

(13) . . . . . $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{a}^{\infty} e^{-u^2} du,$

dass der Endpunkt eines Windes von der Gerade $Ax + By = C$ auf derjenigen Seite liegt, in der sich irgend ein Punkt befindet, für dessen Coordinaten x und y:

(h) . . . . . $\frac{A}{B} x + y > \frac{C}{B}$

ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes auf der anderen Seite derselben Gerade sich befindet, ist:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{a} e^{-u^2}\, du \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13\,a)$$

und für diese Seite ist:

$$\frac{A}{B}\, x + y < \frac{C}{B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

Wir haben diese Formeln benutzt, um die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass der Endpunkt eines Windes auf der NW-Seite von der Linie SW—NE, oder auf der SW-Seite von der Linie NW—SE liegt. Die zu diesen Berechnungen nöthigen Constanten für 3^h p. m. im Juli sind in der Beilage IV angegeben, nämlich $\mathrm{Log}\, k^2 = 0{,}2314 - 3$, $\mathrm{Log}\, k_1{}^2 = 0{,}5829 - 3$, und für die Linie SW—NE: $A = \cos 1^\circ 5'$, $B = \sin 1^\circ 5'$, $C = -6{,}84 \sin 45^\circ$. Nach den Formeln (g, 13, h) berechnet sich dann $a = -0{,}1997$ und endlich die Wahrscheinlichkeit für die NW-Seite:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-0{,}1997}^{\infty} e^{-u^2}\, du = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-0{,}1997}^{0} e^{-u^2}\, du + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{\infty} e^{-u^2}\, du = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{0{,}1997} e^{-u^2}\, du + \frac{1}{2} = 0{,}611.$$

Für die Linie NW hat man $A = -\sin 1^\circ 5'$, $B = \cos 1^\circ 5'$, $C = 3{,}20 \sin 45^\circ$ und berechnet $a = 0{,}1401$. Für die SW-Seite drückt sich die Wahrscheinlichkeit durch die Formel:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{a} e^{-u^2}\, du$$

aus.

Man hat aber:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{0{,}1401} e^{-u^2}\, du = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{0} e^{-u^2}\, du + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{0{,}1401} e^{-u^2}\, du = \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{0{,}1401} e^{-u^2}\, du = 0{,}579.$$

Nennen wir nun a, b, c, d die Wahrscheinlichkeiten, dass der Endpunkt eines Windes in einen von den Quadranten fällt, die zwischen den Richtungen NW—SE und SW—NE gebildet sind (Fig. 3), so haben wir folglich gefunden, dass $a + b = 0{,}611$, $a + d = 0{,}579$. In der Beilage IV haben wir aber berechnet $a = 0{,}358$, und bekommen also $b = 0{,}253$, $d = 0{,}221$, $c = 0{,}168$, die letzte Zahl aus der Bedingung, dass die Summe aller Wahrscheinlichkeiten 1 sein muss.

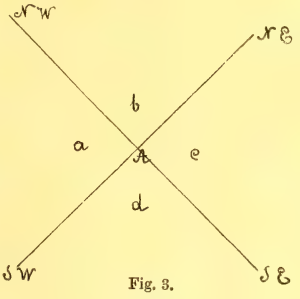


Fig. 3.

Das Integral

$$\iint z\,dx\,dy = \frac{kk_1}{\pi}\iint e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy$$

für einen Flächenraum genommen, dessen Umkreis von einer Curve gebildet wird, deren Gleichung $F(x, y) = 0$ ist, ist der Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit, dass der Endpunkt eines Windes in diesen Flächenraum fällt. Dieses Integral kann in einer anderen Form dargestellt werden, die uns erlaubt, die Integration in endlicher Form auszuführen für einige Fälle, die oben nicht behandelt worden sind. Zu diesem Zwecke erinnern wir uns, dass der obige Ausdruck das Volumen angiebt, welches über dem betrachteten Flächenraum unter der Fläche Z liegt. Denken wir uns nun die Ebene der Zerstreuungsaxen X Y, in der auch die Curve $F(x, y) = 0$ liegt, zusammengeschrumpft in der Weise, dass jede der X-Axe parallele Gerade, ohne ihre Richtung zu ändern, $\frac{1}{k}$ Mal, und jede der Y-Axe parallele Gerade, gleichfalls ohne ihre Richtung zu ändern, $\frac{1}{k_1}$ Mal kleiner geworden ist. Dann sind die Coordinaten eines Punktes, die vor der Zusammenschrumpfung x, y waren, nach derselben $k\,x$ und $k_1\,y$ geworden. Nennen wir nun diese neuen Coordinaten x' und y' so hat man:

$$x' = kx, \quad y' = k_1\,y.$$

Ein Volumenelement, das früher die Basis $dx\,dy$ hatte, hat nun die Basis $dx'\,dy'$ bekommen, wobei

$$dx'\,dy' = kk_1\,dx\,dy.$$

Vergrössert man nun die Höhe z des Volumenelements ebenso viele Mal, wie die Basis kleiner geworden ist, so behält das Volumenelement seine frühere Grösse. Bezeichnen wir durch z' diese vergrösserte Höhe des Volumenelements, so ist:

$$z' = \frac{z}{kk_1}$$

und das neue Volumenelement gleich dem früheren:

$$z'\,dx'\,dy' = z\,dx\,dy.$$

Somit ist auch das ganze Volumen, als Summe aller dieser Elemente, unverändert geblieben. Diese Summe ist:

$$(A)\ldots\iint z'\,dx'\,dy' = \frac{1}{kk_1}\iint z\,dx'\,dy' = \frac{1}{\pi}\iint e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx'\,dy' = \frac{1}{\pi}\iint e^{-x'^2-y'^2}\,dx'\,dy'$$

Die Curve, welche den Flächenraum umgrenzt, über welchem das Volumen zu berechnen ist, hat nun die Gleichung:

$$(B)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots F\left(\frac{x'}{k}, \frac{y'}{k_1}\right) = 0.$$

Es sei diese Gleichung:

$$f(x',\ y') = 0,$$

dann wird:

$$f(kx,\ k_1 y) = 0$$

die Gleichung der Grenzcurve im ersten Coordinatensystem.

Die Integration (A) kann nun in verschiedenen Fällen durchgeführt werden. Nimmt man die Grenzen constant, so bekommt man das Integral für Fälle, die mit denjenigen übereinstimmen, die schon oben behandelt worden sind. Geht man aber zu Polarcoordinaten über, so bekommt man Integrale für neue Fälle. Zu diesem Zwecke wollen wir vorerst bemerken, dass die neuen Coordinaten x' und y' mit den alten parallel sind. Ersetzt man sie aber durch andere x'' und y'', ebenfalls rechtwinkelige, wobei der Winkel zwischen x' und x'', nach der Bewegung eines Uhrzeigers von x' aus positiv gerechnet, φ ist, und die beiden Axen Y' und Y'' von den respectiven X' und X'', um den Winkel 90°, ebenfalls nach derselben Richtung gerechnet, gelegen sind, so hat man:

$$\left.\begin{aligned} x' &= x''\cos\varphi - y''\sin\varphi, \quad x'' = x'\cos\varphi + y'\sin\varphi \\ y' &= x''\sin\varphi + y''\cos\varphi, \quad y'' = -x'\sin\varphi + y'\cos\varphi \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots (C)$$

Ist die Gleichung der Grenzcurve im neuen Coordinatensystem $\mathfrak{f}(x'', y'') = o$, so wird sie im alten System $\mathfrak{f}(x'\cos\varphi + y'\sin\varphi, -x'\sin\varphi + y'\cos\varphi) = o$ und im ursprünglichen:

$$\mathfrak{f}(k\cos\varphi.x + k_1\sin\varphi.y, -k\sin\varphi.x + k_1\cos\varphi.y) = 0 \ldots\ldots (D)$$

Es seien r und r' die Abstände vom Anfangspunkt der Coordinaten eines Punktes, dessen Coordinaten im ersten Coordinatensystem x und y und im zweiten nach der Zusammenschrumpfung x' und y' sind, und es seien ϑ und ψ die Winkel, welche die vom Anfangspunkt zu den beiden Lagen dieses Punktes geführten Geraden, die erste mit der X-Axe und der mit ihr zusammenfallenden X'-Axe, die zweite mit der X''-Axe machen, diese Winkel gerechnet positiv von der X-Axe und der X''-Axe an in der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers, so hat man:

$$x = r\cos\vartheta,\ y = r\sin\vartheta,\ x'' = r'\cos\psi,\ y'' = r'\sin\psi,\ x' = kx = r'\cos(\varphi+\psi),\ y' = k_1 y = r'\sin(\varphi+\psi) \ldots (E)$$

$r^2 = x^2 + y^2$, $r'^2 = x'^2 + y'^2 = x''^2 + y''^2 = k^2x^2 + k_1^2y^2$. Das Volumen (A) wird bei Einführung der Polarcoordinaten r' und ψ:

$$\frac{1}{\pi}\int\int e^{-r'^2}\, r'\, d\psi\, dr', \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (F)$$

da das Flächenelement bei den eingeführten Polarcoordinaten $r'\, d\psi\, dr'$ ist. Ist die Grenzcurve in dem letzten Coordinatensystem gegeben in der Form $\theta(r', \psi) = 0$, so wird sie im ursprünglichen Coordinatensystem:

$$(G)\ldots\ldots\ldots\begin{cases}\theta\left(\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2},\ \arccos\frac{kx}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}}-\varphi\right)=0,\text{ oder}\\ \theta\left(\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2},\ \arcsin\frac{k_1y}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}}-\varphi\right)=0,\end{cases}$$

wobei die Bogen $\arccos\frac{kx}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}}$ und $\arcsin\frac{k_1y}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}}$ gleich sind.

Es ist weiter zu bemerken, dass für $\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}$ immer sein positiver Werth genommen werden soll.

Wir wollen nun diese Resultate auf einzelne Fälle anwenden, in denen der Flächenraum, über dem man zu integriren hat, durch zwei durch den Anfangspunkt gehende gerade Linien $\psi=\psi_1$ und $\psi=\psi_2$ von zwei Seiten, und von der dritten durch eine Curve $r'=f(\psi)$ begrenzt wird. Das Integral ist:

$$(H)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \frac{1}{\pi}\int_{\psi_1}^{\psi_2}d\psi\int_0^{f(\psi)}r'\,e^{-r'^2}\,dr'$$

und wir wollen die entsprechenden Grenzcurven im ursprünglichen Axensystem bestimmen. In Folge von (G) entspricht der Gerade $\psi=\psi_1$ die Curve:

$$\arccos\frac{kx}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}}-\varphi=\psi_1,\quad \arcsin\frac{k_1y}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}}-\varphi=\psi_1,$$

oder:

$$(Ha)\ldots kx=\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}\cos(\varphi+\psi_1),\ k_1y=\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}\sin(\varphi+\psi_1).$$

Diese Gleichungen geben:

$$y=\frac{k}{k_1}\operatorname{tg}(\varphi+\psi_1).\,x,$$

woraus erhellt, dass auch im ersten Coordinatensystem die Linie eine Gerade ist. Da weiter, nach (E), $\frac{y}{x}=\operatorname{tg}\vartheta_1$ ist, so hat man:

$$(I)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \operatorname{tg}\vartheta_1=\frac{k}{k_1}\operatorname{tg}(\varphi+\psi_1),$$

woraus man den Winkel ϑ_1, den diese Gerade mit der X-Axe macht, zu bestimmen hat, unter Beobachtung der aus (Ha) folgenden Bestimmung, dass $\cos\vartheta_1$ und $\cos(\varphi+\psi_1)$, ebenso wie $\sin\vartheta_1$ und $\sin(\varphi+\psi_1)$ gleiche Vorzeichen haben müssen.

Es sei nun ϑ_2 der Winkel, den die zweite Grenzgerade mit der X-Axe macht, so hat man in derselben Weise:

$$(I)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \operatorname{tg}\vartheta_2=\frac{k}{k_1}\operatorname{tg}(\varphi+\psi_2).$$

Setzt man $\psi_1=0$, so hat man zur Bestimmung von φ und ψ_2:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_1,\ \operatorname{tg}(\varphi + \psi_2) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14\,a)$$

und das gesuchte Volumen:

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{\psi_2} d\psi \int_0^{f(\psi)} r' e^{-r'^2} dr' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (K)$$

Die Gleichung der dritten Grenzcurve in der unveränderten Abscissen-Ebene wird nach (G):

$$\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2} = f\left(\arccos\frac{kx}{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}} - \varphi\right), \quad \ldots\ldots\ldots \quad (L)$$

unter der Bedingung $\arccos\frac{kx}{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}} = \arcsin\frac{k_1 y}{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}}$.

Es sei nun z. B. diese Curve ein Kreis: $r' = u$, constant, so ist in Folge von (L) die Gleichung dieser Curve im ersten Coordinaten-system:

$$k^2 x^2 + k_1 y^2 = u^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (M)$$

Also eine der Zerstreuungs-Ellipsen. Das Volumen (K) wird:

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{\psi_2} d\psi \int_0^{u} r' e^{-r'^2} dr' = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\psi_2}\left(1 - e^{-u^2}\right) d\psi = \frac{\psi_2}{2\pi}\left(1 - e^{-u^2}\right) \ldots\ldots \quad (14)$$

Dieser Ausdruck giebt uns das über einem beliebigen Sector der Zerstreuungs-Ellipse gelegene Volumen, wobei ψ_2 aus den Gleichungen (14a) zu berechnen ist, bei gegebenen Winkeln ϑ_1 und ϑ_2, welche die Grenzradien des Sectors mit der grossen Axe der Ellipse machen. Im Falle $\vartheta_1 = 0$, $\vartheta_2 = \frac{\pi}{2}$ giebt (14a) $\varphi = 0$, $\psi_2 = \frac{\pi}{2}$, und man erhält aus (14) das über der Viertel-Ellipse gelegene Volumen $\frac{1}{4}(1 - e^{-u^2})$, was mit dem Resultate übereinstimmt, das wir oben auf anderem Wege erhalten haben.

Setzt man $\psi_2 = \frac{\pi}{2}$, so giebt (14a):

$$1 + \frac{k_1^2}{k^2}\operatorname{tg}\vartheta_1 \operatorname{tg}\vartheta_2 = 0,$$

woraus, in Folge von (b) erhellt, dass in diesem Falle die Grenzradien des Sectors mit einem Paar von conjugirten Diametern zusammenfallen. Das Volumen (14) wird auch in diesem Falle $\frac{1}{4}(1 - e^{-u^2})$, und ist somit gleich dem Volumen über der Viertel-Ellipse.

Die gegebenen Formeln können unter anderem dazu dienen, bei der graphischen Lösung der in der Beilage VI behandelten Aufgabe mittelst der Fig. XII, die Flächenräume, die man mit dem Planimeter zu messen hat um die über ihnen liegenden Volumina zu bestimmen, bedeutend zu reduciren, und dadurch an Genauigkeit des Resultats gewinnen.

Führt man z. B. die aus B ausgehenden Radien, welche die Sectoren begrenzen, nach den Richtungen X, Q, N, R, Y, S, T, U, V, Z, wie sie in der Fig XII angegeben sind, so verkürzt man, im Vergleich zu der früher (Beilage VI) angewandten Methode, die zu messenden Flächenräume um diejenige, welche schraffirt sind. Man hat dann wohl eine grössere Zahl Sectoren zu berechnen; das fordert jedoch nur wenig mehr Arbeit, an Genauigkeit gewinnt man aber viel.

Eine wesentliche Erleichterung der Arbeit erhält man aber, wenn die Construction in der zusammengeschrumpften Ebene gemacht wird. Die Zerstreuungs-Ellipsen sind dann Kreise geworden, welche viel leichter zu zeichnen sind. Die Ordinate, die über jedem Kreise mit dem Radius r' steht, ist $\frac{1}{\pi} e^{-r'^2}$, und diese Ordinaten können ein für alle Mal berechnet werden. Hat man nun die Kreise nahe genug aneinander genommen um der in allen Fällen erforderlichen Genauigkeit zu entsprechen, so kann man ein für alle Mal eine Tafel errichten, welche die Grössen $\frac{1}{\pi} e^{-r'^2}$ für alle erforderlichen Werthe von r' angiebt. Die Gleichung der Grenzcurve ist nun nach (B) zu bestimmen und diese Curve auf der Zeichnung darzustellen. Nach dem Verzeichnen dieser Curve ist die Integration halbgraphisch vorzunehmen, entweder nach der in der Beilage VI angegebenen Methode, oder mit Sectoren, deren Winkel andere Werthe als $\frac{\pi}{2}$ haben. Der Vortheil der jetzt angegebenen Methode wird besonders merkbar, wenn man viele Aufgaben derselben Art zu lösen hat. Es können nämlich dabei immer dieselbe Zeichnung und dieselbe Tafel der Werthe $\frac{1}{\pi} e^{-r'^2}$ dienen, welche Werthe noch k und k_1 haben mögen; man hat nur jedes Mal die Grenzcurve der Zeichnung neu aufzuführen. Für den Fall, den wir in der Beilage VI behandelt haben, ist diese Grenzcurve in der unveränderten Ebene ein Kreis, dessen Gleichung

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = R^2$$

ist, wo $x_1 = u_0 \cos\gamma + w_0 \sin\gamma$, $y_1 = -u_0 \sin\gamma + w_0 \cos\gamma$ und R der Radius des Kreises (in der ausgeführten Rechnung $R = 35$ km.) sind. In der geschrumpften Ebene hat die entsprechende Grenzcurve nach (B) die Gleichung:

$$\left(\frac{x'}{k} - x_1\right)^2 + \left(\frac{y'}{k_1} - y_1\right)^2 = R^2$$

und ist also eine Ellipse mit den Centrum in einem Punkte, dessen Coordinaten $k\,x_1$ und $k_1\,y_1$ sind; die Axen dieser Ellipse sind den Axen der Zerstreuungs-Ellipse parallel und ihre Halbaxen haben die Grössen Rk und Rk_1. In dieser Ellipse ist also die X-Axe kleiner und die Y-Axe grösser. Diese Ellipse ist somit den Zerstreuungs-Ellipsen ähnlich, nur ist sie gegen diese um 90° gedreht. Nach diesen Angaben ist die Ellipse zu verzeichnen, und dann die halbgraphische Integration zu vollenden, wie oben auseinandergesetzt wurde.

Zum zweiten Beispiel wollen wir die Grenzcurve in der geschrumpften Ebene durch die Gleichung:

$$r = a\,\psi$$

bestimmen. Das Volumen (H) wird dann:

$$\frac{1}{2\pi}\left[\psi_2 - \psi_1 - \frac{1}{a}\int_{a\psi_1}^{a\psi_2} e^{-u^2}\,du\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15\,a)$$

Die Gleichung der Grenzcurve in der unveränderten Ebene ist nach (L):

$$\cos\left(\frac{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}}{a} + \varphi\right) = \frac{kx}{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}} \text{ oder } \sin\left(\frac{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}}{a} + \varphi\right) = \frac{k_1 y}{\sqrt{k^2 x^2 + k_1^2 y^2}} \ldots (15)$$

Sind ϑ_1 und ϑ_2 die Winkel, welche die Grenzgeraden mit der X-Axe machen, so hat man nach (I):

$$\operatorname{tg}(\varphi + \psi_1) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_1, \quad \operatorname{tg}(\varphi + \psi_2) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_2 \ldots\ldots\ldots (15\,b)$$

Diese Ausdrücke können nun dazu dienen, das unter der Fläche Z befindliche Volumen annähernd zu finden, wenn die Basis dieses Volumens von einem Sector gebildet ist, dessen Scheitel im Anfangspunkt der Coordinaten x, y liegt, und dessen Bogen eine beliebige Curve bildet. Es seien x_1, y_1 und x_2, y_2 die Coordinaten der Endpunkte der Grenzradien dieses Sectors. Wir können die Curve (15) durch diese Punkte führen. Zu diesem Zweck berechnet man die Grössen

$$u_1 = \sqrt{k^2 x_1^2 + k_1^2 y_1^2}, \quad u_2 = \sqrt{k^2 x_2^2 + k_1^2 y_2^2}.$$

Die Gleichungen (15) geben:

$$\left.\begin{aligned} \cos\left(\frac{u_1}{a} + \varphi\right) &= \frac{kx_1}{u_1}, \quad \sin\left(\frac{u_1}{a} + \varphi\right) = \frac{k_1 y_1}{u_1} \\ \cos\left(\frac{u_2}{a} + \varphi\right) &= \frac{kx_2}{u_2}, \quad \sin\left(\frac{u_2}{a} + \varphi\right) = \frac{k_1 y_2}{u_2} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots (N)$$

Hieraus erhält man die Werthe:

$$\frac{u_1}{a} + \varphi = A_1, \quad \frac{u_2}{a} + \varphi = A_2,$$

welche die Grössen a und φ bestimmen. Weiter hat man:

$$\left.\begin{aligned} \cos\vartheta_1 &= \frac{x_1}{r_1}, \quad \sin\vartheta_1 = \frac{y_1}{r_1}, \text{ wo } r_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} \\ \cos\vartheta_2 &= \frac{x_2}{r_2}, \quad \sin\vartheta_2 = \frac{y_2}{r_2}, \text{ wo } r_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} \end{aligned}\right\}, \ldots\ldots\ldots (O)$$

woraus ϑ_1 und ϑ_2 bestimmt werden. Die Gleichungen (15b) geben dann die Grössen ψ_1 und

ψ_2, wobei zu beachten ist, dass $\varphi + \psi_1 \gtrless \pi$ zugleich mit $\vartheta_1 \lesseqgtr \pi$, und $\varphi + \psi_2 \lesseqgtr \pi$ zugleich mit $\vartheta_2 \gtrless \pi$ sein müssen. Sind nun ψ_1 und ψ_2 bestimmt, so kann die Grösse (15a) nach bekannten Tafeln berechnet werden. Um die Grenzen der Fehler zu bestimmen, die man macht, wenn man die Curve des Sectors durch die Curve (15) ersetzt, hat man sich graphisch Rechenschaft zu geben über die Lage der beiden Curven zu einander, und dann eine neue Curve (15) zu wählen, welche durch solche Endpunkte geht, dass die Curve des gegebenen Sectors zwischen dieser neuen Curve (15) und der früheren liegt. Die für diese beide Curven (15) berechneten Volumina bilden zwei Grenzen, zwischen denen das zu berechnende Volumen liegt.

Um diese Formeln auf ein Beispiel anzuwenden, haben wir die Berechnung für den Sector *M N B* Fig. XII gemacht. Wir haben dabei die Coordinaten der Endpunkte der Curve *M N* graphisch bestimmt für den Punkt:

$$M: x_1 = 25{,}15,\ y_1 = 7{,}00,\ \text{für}\ N: x_2 = 22{,}50,\ y_2 = 27{,}98.$$

Nimmt man für u_1 und u_2 die Werthe an, die wir in der Beilage VI für die Ellipsen 4 und 12 gefunden haben, und welche für die Punkte *M* und *N* gelten müssen, so haben wir Log $u_1 = 0{,}0579$, Log $u_2 = 0{,}2797$; dann berechnen sich nach den Formeln (*N*):

$$\frac{u_1}{a} + \varphi = 21°28' \text{ und } 21°\ 8'$$

$$\frac{u_2}{a} + \varphi = 60° \quad \text{und } 59°52'.$$

Die Verschiedenheit der Werthe, die man für diese Grössen bekommen hat, beruht darauf, dass die Coordinaten graphisch bestimmt und die Grössen u_1 und u_2 auf anderem Wege berechnet worden sind. Die Ungenauigkeit dieser graphischen Bestimmung ist nun die Ursache, warum man etwas verschiedene Werthe für die Winkel bekommt, je nachdem man sie aus der einen oder anderen Formel berechnet. Für unsere Zwecke ist aber die erreichte Genauigkeit gross genug, und wir nehmen definitiv die Werthe:

$\frac{u_1}{a} + \varphi = 21°15'$, $\frac{u_2}{a} + \varphi = 59°56'$ an. Dieses giebt $a = 1{,}128$, $\varphi = -\ 36°46'$.

Die Formeln (*O*) geben $\vartheta_1 = 15°\,34'$, $\vartheta_2 = 51°\,13'$. Hiernach erhält man aus den Gleichungen (15b) $\varphi + \psi_1 = 21°\,11'$, $\varphi + \psi_2 = 59°\,59'$ und somit $\psi_1 = 57°\,57'$, $\psi_2 = 96°45'$. In Theilen vom Radius ausgedrückt ist dieses: $\psi_1 = 1{,}0114$, $\psi_2 = 1{,}6886$. Hiernach hat man die Grenzen des Integrals (15a) $a\psi_1 = 1{,}1408$, $a\psi_2 = 1{,}9046$, und erhält aus den Tafeln der Function $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2}\, dt$:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{a\psi_1} e^{-u^2}\,du = 0{,}8933, \quad \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{a\psi_2} e^{-u^2}\,du = 0{,}9929$$

und bekommt aus (15a) das Volumen über dem Sector 0,09386. Um nun zu sehen, wie die Grenzcurve dieses Sectors liegt, und ob sie sich von dem Kreisbogen sehr entfernt, der die eigentliche Grenze für das Integral bezeichnen sollte, haben wir noch die Coordinaten von drei zwischen M und N intermediären Punkten aus den Gleichungen (15) berechnet. Zu diesem Zwecke haben wir drei willkürliche intermediäre Werthe von $u = \sqrt{k^2x^2 + k_1^2y^2}$ genommen, nämlich für Log u die drei Werthe 0,1133; 0,1688; 0,2242, und nach den schon bekannten Werthen von φ und a die Coordinaten der drei Punkte x und y berechnet. Die Lage dieser Punkte ist dann in der Fig. XII mit Kreuzen $S\ T\ R$ bezeichnet, und lässt ersehen, dass die Curve (15) ausserhalb des Kreisbogens fällt. Um nun die Fehler zu bestimmen, die man macht, wenn man den Kreisbogen durch die Curve ersetzt, so hat man entweder den Zwischenraum zwischen beiden mit dem Planimeter zu messen, und seinen Flächeninhalt mit den äussersten Werthen von z, die für verschiedene Punkte dieses Flächenraums gültig sind, zu multipliciren; oder man macht eine der obigen ähnliche Rechnung für einen Sector, der dieselbe Richtung der Grenzradien hat, dessen Bogen aber von der inneren Seite des Kreisbogens ihm möglichst nahe liegt.

Um auch die Formel (14) für das Volumen über einem elliptischen Sector auf ein Beispiel anzuwenden, haben wir auf derselben Fig. XII einen elliptischen Sector gewählt mit Grenzradien, die wiederum nach BM und BN gerichtet sind, und wo die Ellipse durch den Werth Log u=0,1688 bestimmt ist. Wir haben wie oben $\vartheta_1 = 15°\,34'$, $\vartheta_2 = 51°\,13'$, wonach die Formeln (14a): $\varphi = 21°\,11'$, $\varphi + \psi_2 = 59°\,59'$ geben, woraus $\psi_2 = 0{,}6772$ und nach (14) das Volumen 0,09554 bestimmt wird. Dieses Volumen soll sich in der That nicht viel vom Volumen über dem früher betrachteten Sector unterscheiden, da die Sectoren sich grösstentheils bedecken, und nur ein Theil des elliptischen Sectors ausserhalb und ein anderer innerhalb des anderen Sectors liegt.

Eine einfache Form des Integrals bekommt man auch, wenn man das Volumen über einem Sector bestimmt, dessen Bogen in der geschrumpften Ebene durch folgende Gleichung in Polarcoordinaten bestimmt wird:

$$e^{-r'^2} = a \sin(b\psi + c).$$

Dieses Volumen (H) wird dann:

$$\frac{1}{2\pi}\left[\psi_2 - \psi_1 + \frac{a}{b}\left(\cos(b\psi_2 + c) - \cos(b\psi_1 + c)\right)\right]$$

und die Gleichung des Bogens in der unveränderten Ebene nach (G):

$$e^{-k^2x^2-k_1^2y^2} = a \sin\left[b \cdot \arccos \frac{kx}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}} - b\varphi + c\right],$$

oder:

$$e^{-k^2x^2-k_1^2y^2} = a \sin\left[b \cdot \arcsin \frac{k_1 y}{\sqrt{k^2x^2+k_1^2y^2}} - b\varphi + c\right].$$

Für $b = 1$ erhalten diese Gleichungen eine einfache Form:

$$\frac{ue^{-u^2}}{a} = k_1 y \cos(\varphi - c) - kx \sin(\varphi - c),$$

wo $u = \sqrt{k^2x^2 + k_1^2y^2}$. Das Volumen wird:

$$\frac{1}{2\pi}\left[\psi_2 - \psi_1 + a\left(\cos(\psi_2 + c) - \cos(\psi_1 + c)\right)\right].$$

Da bei Anwendung der Gleichungen (15b) c sich im Schlussresultat eliminirt, so kann man der Einfachheit wegen vom Anfang an $c = 0$ setzen und hat also die Gleichung des Sectorbogens in der unveränderten Ebene:

(16) . . . . . $\frac{ue^{-u^2}}{a} = k_1 y \cos\varphi - kx \sin\varphi, \quad u = \sqrt{k^2x^2 + k_1^2y^2}$

und das Volumen:

(16 a) . . . . . $\frac{1}{2\pi}\left[\psi_2 - \psi_1 + a(\cos\psi_2 - \cos\psi_1)\right].$

Diese Ausdrücke in Verbindung mit (15b) können zur annähernden Berechnung des Volumens über einem mit einer beliebigen Curve begrenzten Sector dienen, in ähnlicher Weise, wie wir dies für (15), (15a), (15b) oben auseinandergesetzt haben. Wir haben beispielsweise diese Rechnung durchgeführt für einen Sector mit denselben Grenzradien BM und BN (Fig. XII), wie in den vorigen Beispielen, und dabei die Ordinaten $y_1 = 7{,}00$, $y_2 = 27{,}98$ wie oben angenommen, darnach aber für gegebene u, dieselbe, wie oben (Log $u_1 = 0{,}0579$, Log $u_2 = 0{,}2797$), die Abscissen der Endpunkte der Radien $x_1 = 25{,}19$, $x_2 = 22{,}60$ berechnet, hiernach mittelst der Gleichung (16) Log $\left(-\frac{1}{a}\right) = 0{,}3968$ und $\varphi = 63^\circ\,39'$ bestimmt. Nach den früheren Werthen von ϑ_1 und ϑ_2 bestimmen sich aus (15b) die Grössen $\varphi + \psi_1 = 21^\circ\,11'$, $\varphi + \psi_2 = 59^\circ\,59'$, und hieraus $\psi_1 = -42^\circ\,28'$, $\psi_2 = -3^\circ\,40'$. Aus (16a) berechnet man dann das über dem Sector gelegene Volumen 0,09116.

Um den Verlauf des Bogens dieses Sectors zu bestimmen, haben wir für die Werthe Log $u = 0{,}1133$; $0{,}1688$; $0{,}2242$ die entsprechenden x und y berechnet, und die so erhaltenen Punkte, mit kleinen Kreisen umgeben, auf die Fig. XII aufgetragen. Es findet sich nach der Lage dieser Punkte S′, T′, R′, dass die Curve innerhalb des Kreisbogens verläuft. Es muss übrigens bemerkt werden, dass die Rechnungen, die man für den Sector (16) aus-

zuführen hat, etwas weitläufiger sind als diejenigen, die mit der Annahme des Sectors (15) verbunden sind. Es kann der Sector (16) nur dann vorgezogen werden, wenn seine Curve näher an dem gegebenen Bogen des ursprünglichen Sectors liegt, als es mit der Curve des Sectors (15) der Fall ist. Dieses würde für das berechnete Beispiel dann stattgefunden haben, wenn der Bogen des Sectors ein sehr flacher Kreisbogen oder eine gerade Linie gewesen wäre, wie es die Lage der Punkte S′, T′, R′ zeigt.

Lässt man in einem Sector, für den man den Ausdruck für das über ihm unter der Fläche Z gelegene Volumen gefunden hat, den Sectorbogen sich in's Unendliche vom Sectorscheitel entfernen, so bekommt man das Volumen, welches über einem offenen, zwischen den beiden in's Unendliche verlängerten Grenzradien des Sectors eingeschlossenen Winkel liegt. Wir haben oben drei Ausdrücke (14), (15a), (16a) für das über einem Sector gelegene Volumen, welches verschiedenartigen Sectorbogen entspricht. Setzt man in diesen Ausdrücken $u = \infty$, so entfernt sich der Sectorbogen in's Unendliche. Der Ausdruck (14) giebt somit für das Volumen über einem Winkel zwischen Radien, die mit der X-Axe die Winkel ϑ_1 und ϑ_2 machen, die Grösse:

$$\frac{\psi}{2\pi}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

wo ψ aus folgenden Gleichungen (14a) zu bestimmen ist:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_1, \quad \operatorname{tg}(\varphi + \psi) = \frac{k_1}{k}\operatorname{tg}\vartheta_2, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17\,a)$$

bei der Bedingung, dass cos φ und sin φ gleiche Vorzeichen mit resp. cos ϑ_1 und sin ϑ_1, sowie cos $(\varphi + \psi)$ und sin $(\varphi + \psi)$ gleiche Vorzeichen mit resp. cos ϑ_2 und sin ϑ_2 haben sollen. Es ist leicht einzusehen, dass die Ausdrücke (15a) und (16a) dasselbe Resultat geben, weil aus der Bedeutung der Grösse a folgt, dass in (15a), $a = \infty$ und in (16a), $a = 0$ zu setzen ist.

Wir haben in der ersten Abtheilung (Seite 55) dieser Beilage angegeben, wie man aus der Formel (11) einen Ausdruck für das über einem Winkelraum gelegene Volumen finden kann, jedoch nur für den Fall, dass die Seiten des Winkels zwei conjugirten Diametern der Zerstreuungs-Ellipse parallel sind. Der Unterschied dieses Falles von demjenigen, für welchen die Ausdrücke (17) und (17a) gelten, liegt nun darin, dass für die letzteren die Seiten des Winkels beliebig gewählt werden können, und ausserdem noch darin, dass in dem früher behandelten Falle der Scheitel des Winkels eine beliebige Lage haben kann, während die Ausdrücke (17) und (17a) nur für solche Winkel gelten, deren Scheitel im Anfangspunkt der Coordinaten liegen.

Wir wollen nun einen Fall behandeln, wo beide Formeln angewandt werden können, und der an sich selbst bemerkenswerth ist. Es sei das Volumen zu bestimmen über einem

Winkelraum, dessen Scheitel im Anfangspunkt der Coordinaten liegt, und dessen Seiten zwei conjugirten Diametern parallel sind. Für diesen Fall hat man in der Formel (11) $x_1' = 0$, $y_1' = 0$, $x_2' = \infty$, $y_2' = \infty$ zu setzen und bekommt das Volumen gleich $\frac{1}{4}$. Um dasselbe Volumen nach der Formel (17) zu berechnen, hat man zu bemerken, dass der Winkel zwischen der X-Axe und der ihr am nächsten gelegenen Seite des Winkelraumes in der Formel (17a) mit ϑ_1, und in der Formel (b) Seite 53 mit φ bezeichnet ist; die zweite Seite des Winkelraumes macht mit der X-Axe den Winkel ϑ_2, der in (b) mit $(\varphi + \theta)$ bezeichnet ist. Hiernach giebt die Formel (b):

$$k^2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2 + k_1^2 \sin \vartheta_1 \sin \vartheta_2 = 0,$$

wobei zu bemerken ist, (c) Seite 54, dass $0 < \vartheta_1 < \frac{\pi}{2}$ und $\frac{\pi}{2} < \vartheta_2 < \pi$ ist. Hieraus folgt wieder, nach der zu den Formeln (17a) gemachten Bemerkung, dass $0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$, $\frac{\pi}{2} < \varphi + \psi < \pi$. Aus der Combination beider Formeln bekommt man aber:

$$\cos \psi = 0,$$

woraus, in Combination mit der gemachten Bemerkung folgt, dass

$$\psi = \frac{\pi}{2}.$$

Danach giebt die Formel (17) das Volumen gleich $\frac{1}{4}$, wie wir es auch aus der Formel (11) hergeleitet haben.

Die Formeln (17), (17a) in Vereinigung mit der Formel (11) geben uns die Mittel zu einer anderen Lösung von Aufgaben derselben Art, wie die in der Beilage IV behandelte. Es handelt sich darum, die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dass der Wind von einer Richtung blasen wird, deren Azimuth zwischen den beiden Werthen β_1 und β_2 liegt. Führen wir durch den Punkt B (Fig. X), der dem mittleren Winde entspricht und den wir als Anfangspunkt des Coordinaten-Systems x, y angenommen haben, zwei Geraden BC und BD in den Azimuthen β_1 und β_2, und sind, wie oben, ϑ_1 und ϑ_2 diejenigen Winkel, welche diese Geraden mit der X-Axe machen, so hat man $\vartheta_1 = \beta_1 - \gamma$, $\vartheta_2 = \beta_2 - \gamma$, wo γ, wie oben, das Azimuth der grösseren Zerstreuungs-Axe ist. Mittelst der Formeln (17), (17a) findet man nun das über dem Sector zwischen den Richtungen ϑ_1 und ϑ_2 liegende Volumen. Führt man durch den Punkt B zwei Geraden, die den mit den Richtungen ϑ_1 und ϑ_2 conjugirten Diametern parallel sind, so hat man zwei unendliche Flächenräume zu betrachten, der eine zwischen zwei durch die Punkte A und B gehenden parallelen Linien (im betrachteten Falle BC und $A.\ SW$), die den Winkel ϑ_1 mit der X-Axe machen, und der in der Richtung des Azimuths β_1 unendlich ausgedehnt ist, auf der anderen Seite aber durch den mit der Richtung ϑ_1 conjugirten Diameter BF begrenzt ist; der andere zwischen zwei Geraden (im betrachteten Falle BD und $A.\ NW$), die den Winkel ϑ_2 mit der X-Axe machen, und der in der Richtung des Azimuths β_2 unendlich ausgedehnt ist, auf der anderen Seite aber durch

den mit der Richtung ϑ_2 conjugirten Diameter BG begrenzt ist. Die über diesen Flächenräumen befindlichen Volumina berechnen sich nach der Formel (11), wo man für die beiden unteren Grenzen Null zu setzen hat, für die eine obere Grenze ∞, und für die andere eine Grösse a, bestimmt durch die Formel (12b):

$$a = \frac{kk_1 C}{B\sqrt{\frac{k_1^2 A^2}{B^2} + k^2}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(P)}$$

bei der gegebenen Gleichung $Ax + By = C$ derjenigen Gerade, die durch den Nullpunkt A der Winde in dem Azimuth β_1 oder β_2 geführt ist, je nach dem, längs welcher von diesen Geraden der betrachtete Flächenraum sich unendlich erstreckt. Es wird somit das über einem solchen Flächenraume gelegene Volumen:

$$\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_0^a e^{-u^2}\, du, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(Q)}$$

Werden nun die so berechneten Volumina, je nach den Umständen, der Grösse (17) zugelegt oder von ihr abgezogen, so hat man, um das über dem Winkel zwischen den beiden Geraden β_1 und β_2 (im betrachteten Falle $A.\ SW$ und $A.\ NW$) liegende Volumen zu erhalten, nur noch das Volumen über einem kleinen von geraden Linien, Theilen von den Geraden β_1 und β_2 und den mit diesen Richtungen conjugirten Diametern, begrenzten Flächenraume zwischen A und B zu berechnen, und dasselbe zuzufügen oder abzuziehen, um das gesuchte Volumen zu bekommen. Das Volumen über diesem Flächenraume kann, je nach den Umständen, entweder ganz vernachlässigt, oder nach einer von den oben angegebenen Methoden annäherungsweise berechnet werden.

Um auch diese Berechnung durch ein Beispiel zu erläutern, haben wir nach der jetzt auseinandergesetzten Methode dieselbe Aufgabe behandelt, wie in der Beilage IV. Den gemachten Definitionen gemäss haben wir aber jetzt die Axen X und Y positiv in entgegengesetzten Richtungen zu nehmen, so dass die Gleichungen der Geraden $A.\ SW$ und $A.\ NW$ in dem Axen-System X, Y jetzt werden:

$$x \cos 1°5' + y \sin 1°5' = 6{,}84 \sin 45°$$
$$x \sin 1°5' - y \cos 1°5' = 3{,}20 \sin 45°.$$

Nach diesen Daten werden aus der Formel (P) für a die Werthe 0,1997 und —0,1400 und nach der Formel (Q) die Volumina 0,0556 und 0,0392 berechnet. Ueber dem Winkel $C\ B\ D$ (Fig. X), dessen Seiten in SW und NW geben, soll das Volumen berechnet werden nach den Formeln (17) und (17a). Man hat:

$$\beta_1 = 225°,\ \beta_2 = 315°,\ \gamma = 133°55' \text{ und also } \vartheta_1 = 91°5',\ \vartheta_2 = 181°5',$$

wonach aus der Formel (17a) $\varphi = 90°43'$, $\psi + \varphi = 181°38'$ und somit $\psi = 90°55'$ berechnet wird. Dieses giebt für das Volumen nach (17):

$$\frac{\psi}{2\pi} = 0{,}2525.$$

Zur Summe 0,3473 der drei berechneten Volumina, hat man nun dasjenige Volumen hinzuzufügen, das über einem Viereck liegt, welches von zwei Seiten durch die mit BC und BD conjugirten Diameter, und von den zwei anderen von den Geraden $A.\ NW$ und $A.\ SW$ begrenzt wird. Die Winkel, welche die conjugirten Diameter mit der X-Axe machen, findet man aus der Gleichung (b) Seite 53 im ersten Theil dieser Beilage. In dieser Gleichung hat man für den betrachteten Fall für $\varphi + \theta = \vartheta_1$, für die Richtung SW, und $\varphi + \theta = \vartheta_2$ für die Richtung NW zu setzen, und findet dann für die Winkel, welche die mit diesen Richtungen conjugirten Diameter mit der X-Axe machen, $\varphi_1 = 0° 29'$, $\varphi_2 = 92° 26'$. Wir haben die Richtungen dieser Diameter auf der Figur durch BF und BG bezeichnet. Man sieht hierbei, dass das Viereck, welches von diesen Diametern und den Geraden $A.\ NW$ und $A.\ SW$ gebildet wird, sehr nahe mit dem Viereck O zusammenfällt, über dem wir in der Beilage IV das Volumen zu 0,0086 berechnet haben. Legt man nun dieses Volumen zu dem oben bestimmten, so hat man im Ganzen 0,3559, während wir in der Beilage IV $0{,}358 \pm 0{,}0047$ fanden. Die beiden auf verschiedenen Wegen gefundenen Resultate stimmen folglich vollkommen mit einander.

Beilage VIII.

Bestimmung des vom Winde durch eine gegebene vertikale Ebene transportirten Luftvolumen.

Es sei bei der mehrerwähnten graphischen Darstellung der Winde, C (Fig. 4) der Endpunkt eines Windes, der die Geschwindigkeit $AC = V$ hat, und dessen Azimuth α ist. Es sei weiter DF eine vertikale Ebene von 1 □ m. Flächeninhalt, und es mag AR, die Normale zu dieser Ebene, das Azimuth β haben. Es sei wieder γ das Azimuth der grossen Axe X der Zerstreuungs-Ellipse. Da die Windgeschwindigkeit von C nach A gerichtet ist, so ist die Projection dieser Geschwindigkeit auf die Normale AR:

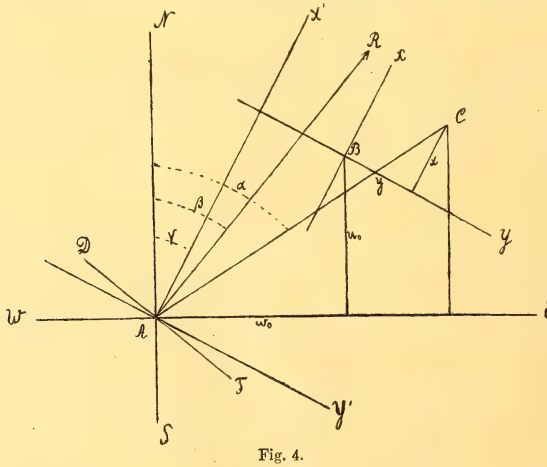


Fig. 4.

$$- V \cos (\alpha - \beta).$$

Ist V in Kilometern pro Stunde ausgedrückt, so geht bei constantem Winde, durch die Ebene DF stündlich ein Luft-Volumen von

$$- 1000\ V \cos (\alpha - \beta) \text{ Kubikmetern.}$$

Ein positiver Werth dieser Grösse zeigt, dass die Luft nach der Seite der Normale AR, und ein negativer, dass sie nach der anderen Seite geht. Bleibt der Wind constant, während t-Stunden, so ist das in diesen t-Stunden durch DF gegangene Luft-Volumen:

$$-1000\ V \cos (\alpha - \beta).t.$$

Um nun einen Ausdruck zu finden für die Luftmenge, die in der Wirklichkeit während einer längeren Zeit, in Summe bei den verschiedenen Winden, die im Verlauf dieser Zeit stattgefunden haben, durch die Fläche DF geht, wollen wir hier zuerst daran erinnern, wie wir oben den Begriff der Wahrscheinlichkeit eines Windes aufgefasst haben. Es sei nämlich auf der horizontalen Ebene unserer Zeichnung eine geschlossene Curve gezeichnet, die einen Flächenraum ω umschliesst. Bei der Veränderung der Winde, bewegt sich der Punkt C in der Fläche und nimmt zu verschiedenen Zeiten verschiedene Stellungen ein. Einige von diesen Stellungen, von denen jede einer Stunde entspricht (da die Beobachtungen den mittleren Wind der verflossenen Stunde angeben), fallen innerhalb des Flächenraumes ω. Es sei nun eine längere Zeit von T-Stunden in Betracht genommen, und während dieser Zeit der Punkt C im Ganzen t-Stunden im Flächenraum ω gewesen. Das Verhältniss $\frac{t}{T}$ nähert sich nun desto mehr einer bestimmten Grenze, je grösser der in Betracht genommene Zeitraum T ist. Diese Grenze

$$\lim \frac{t}{T}$$

ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wind mit seinem Endpunkte in den Flächenraum ω fällt. Wir haben ebenfalls oben gesehen, dass diese Wahrscheinlichkeit gleich dem Volumen eines vertikalen Cylinders ist, dessen Basis ω, und der oben von einer Fläche Z begrenzt ist, deren Ordinate durch die Gleichung (1):

$$z = \frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}$$

bestimmt wird. Nimmt man nun die Fläche ω unendlich klein, z. B. gleich $dx\ dy$, so ist auch t unendlich klein, und wir wollen es dt nennen. Man hat dann:

$$\lim \frac{dt}{T} = z\ dx\ dy = \frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}\ dx\ dy \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(A)}$$

Während dieser Zeit ist das Luft-Volumen:

$$-1000\ V\cos(\alpha-\beta)\,dt$$

durch die Fläche DF durchgegangen. Im Mittel pro Stunde wird das Luft-Volumen:

$$-1000\ V\cos(\alpha-\beta)\,\frac{dt}{T}.$$

Je grösser T ist, um so mehr nähert sich diese Grösse an

$$-1000\ V\cos(\alpha-\beta)\,.\,z\,dx\,dy,$$

so dass dieses der Grenzwerth ist für das Luft-Volumen, das im Mittel pro Stunde durch DF geht, während der Summe der Zeiten, in denen der Wind mit seinem Endpunkte C in das betrachtete Flächen-Element $dx\,dy$ fällt.

Für eine genügend grosse Zeit T kann dieser Grenzwerth als Ausdruck für das Volumen der in dieser Zeit durch 1 □ m. von DF getriebenen Luft in Folge der Winde, deren Endpunkte innerhalb des Flächenelements $dx\,dy$ fallen, gelten. Um nun dasjenige durchgehende Luftvolumen zu erhalten, welches einem endlichen Flächenraum ω entspricht, hat man

$$-1000\iint V\cos(\alpha-\beta).z\,dx\,dy$$

zu finden, wobei die Integration innerhalb der Grenzen des Flächenraums ω auszuführen ist. Nun ist aber:

$$V\cos(\alpha-\beta)=u_0\cos\beta+w_0\sin\beta+x\cos(\beta-\gamma)+y\sin(\beta-\gamma):$$

wo u_0 und w_0 die N- und E-Componenten des mittleren Windes sind. Somit wird das Luftvolumen:

$$(B)\ldots\ V=-\frac{1000\,kk_1}{\pi}\Big[(u_0\cos\beta+w_0\sin\beta)\iint e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy+$$
$$+\cos(\beta-\gamma)\iint x\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy+\sin(\beta-\gamma)\iint y\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy\Big].$$

Wir wollen nun zuerst dieses Volumen für die Gesammtheit aller Winde finden. Man hat dann den Integrations-Raum ω nach allen Seiten unendlich ausgedehnt zu nehmen und folglich:

$$V=-\frac{1000\,kk_1}{\pi}\left[(u_0\cos\beta+w_0\sin\beta)\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy+\right.$$
$$\left.+\cos(\beta-\gamma)\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}x\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy+\sin(\beta-y)\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}y\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy\right]$$

Man hat aber:

$$\int_{+\infty}^{-\infty}\int_{+\infty}^{-\infty} e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy = \frac{\pi}{kk_1},\quad \int_{-\infty}^{+\infty} x e^{-k^2x^2}\,dx = \int_{-\infty}^{+\infty} y\,e^{-k_1^2y^2}\,dy = 0$$

und somit:

$$V = -1000\,(u_0\cos\beta + w_0\sin\beta) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (C)$$

Dieses Volumen ist dasselbe, das man erhalten würde, wenn die ganze Zeit T der mittlere Wind geweht hätte.

Will man aber das Luftvolumen bestimmen, das durch DF nur von der einen Seite durchgeblasen wird, so muss man die Integrale (B) für den Flächenraum nehmen, der an der einen Seite der unendlich verlängerten Gerade DF liegt. Die Gleichung dieser Gerade ist:

$$x\cos(\beta-\gamma) + y\sin(\beta-\gamma) + u_0\cos\beta + w_0\sin\beta = 0 \ldots\ldots\ldots (D)$$

Die beiden Hälften des unendlichen Flächenraums, welche durch diese Gerade von einander getrennt werden, unterscheiden sich dadurch, dass in der einen die Normale AR liegt, welche mit der N-Richtung einen Winkel β macht, und in der anderen Hälfte eine Normale zu DF, die mit N einen Winkel $\beta + \pi$ oder $\beta - \pi$ macht. Nach einer oben gemachten Bemerkung wird eine Bewegung der Luft durch DF nach der Seite der ersten Normale (Azimuth β) nur durch diejenigen Winde verursacht, für welche

$$-v\cos(\alpha-\beta) > 0$$

ist. Diese Bedingung ist gleichbedeutend mit:

$$x\cos(\beta-\gamma) + y\sin(\beta-\gamma) + u_0\cos\beta + w_0\sin\beta < 0 \ldots\ldots\ldots (E)$$

In der Beilage VII (13 und 13a Seiten 56 und 57) haben wir für das Integral:

$$\frac{kk_1}{\pi}\iint e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy,$$

genommen für den Flächenraum an der einen oder anderen Seite einer Gerade $Ax + By = C$, die Werthe:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{a} e^{-u^2}\,du \quad \text{oder} \quad \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{a}^{\infty} e^{-u^2}\,du, \quad \text{bei} \quad a = \frac{kk_1\,C}{B\sqrt{\frac{k_1^2A^2}{B^2}+k^2}}$$

gefunden, wobei der zweite Werth zu nehmen ist, wenn der Flächenraum Punkte enthält, deren Coordinaten x und y die Ungleichung $\frac{Ax}{B} + y > \frac{C}{B}$ befriedigen. Diese Ungleichung wird im jetzigen Falle:

$$\frac{x\cos(\beta-\gamma)+y\sin(\beta-\gamma)+u_0\cos\beta+w_0\sin\beta}{\sin(\beta-\gamma)}>0,$$

welches in Folge von (E) gleichbedeutend ist mit $\sin(\beta-\gamma)<0$.

Somit hat man, wenn $\sin(\beta-\gamma)<0$,

$$\frac{kk_1}{\pi}\iint e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_a^{\infty}e^{-u^2}\,du$$

und im Falle $\sin(\beta-\gamma)>0$:

$$\frac{kk_1}{\pi}\iint e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{a}e^{-u^2}\,du.$$

In beiden Fällen ist:

$$a=-\frac{kk_1(u_0\cos\beta+w_0\sin\beta)}{\sin(\beta-\gamma)\sqrt{k_1^2\cot g^2(\beta-\gamma)+k^2}}.$$

Nennt man

(F) . . . . $-u_0\cos\beta-w_0\sin\beta=p,\quad\sqrt{k_1^2\cos^2(\beta-\gamma)+k^2\sin^2(\beta-\gamma)}=q,$

wo q immer positiv ist, so hat man für den ersten Fall:

$$a=-\frac{kk_1p}{q}$$

und für den zweiten:

$$a=\frac{kk_1p}{q}.$$

Also ist der erste Theil von V im Ausdruck (B) im Falle $\sin(\beta-\gamma)<0$:

$$\frac{1000\,p}{\sqrt{\pi}}\int_a^{\infty}e^{-u^2}\,du,\quad\text{bei}\quad a=-\frac{kk_1p}{q}$$

und im Falle $\sin(\beta-\gamma)>0$:

$$\frac{1000\,p}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{a}e^{-u^2}\,du,\quad\text{bei}\quad a=\frac{kk_1p}{q}.$$

Bezeichnet man:

(G) . . . . . $b=\frac{kk_1p}{q}$

und bemerkt, dass:

$$\int_{-\infty}^{+b}e^{-u^2}\,du=\int_{-b}^{\infty}e^{-u^2}\,du,$$

so folgt hieraus, dass, sowohl für positive als für negative Werthe von $\sin(\beta-\gamma)$, der erste Theil von V im Ausdruck (B):

$$\frac{1000\,p}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{b} e^{-u^2}\,du \quad \text{oder} \quad \frac{1000\,q.b}{kk_1\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{b} e^{-u^2}\,du \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (H)$$

wird.

Das zweite Glied von (B) enthält die Grösse:

$$-\frac{kk_1}{\pi}\iint x\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy = -\frac{kk_1}{\pi}\int e^{-k_1^2y^2}\,dy\int x\,e^{-k^2x^2}\,dx.$$

In Folge der Bedingung (E) sind die Grenzen für x:

$-\infty$ und $-y\,\mathrm{tg}\,(\beta-\gamma)+\frac{p}{\cos(\beta-\gamma)}$ für $\cos(\beta-\gamma)>0$ und

$-y\,\mathrm{tg}\,(\beta-\gamma)+\frac{p}{\cos(\beta-\gamma)}$ und ∞ für $\cos(\beta-\gamma)<0$ zu setzen.

Im ersten Fall ist:

$$\int x\,e^{-k^2x^2}\,dx = -\frac{1}{2k^2}\,e^{-k^2\left[-y\,\mathrm{tg}\,(\beta-\gamma)+\frac{p}{\cos(\beta-\gamma)}\right]^2},$$

im zweiten:

$$\int x\,e^{-k^2x^2}\,dx = \frac{1}{2k^2}\,e^{-k^2\left[-y\,\mathrm{tg}\,(\beta-\gamma)+\frac{p}{\cos(\beta-\gamma)}\right]^2}.$$

Somit ist:

$$-\frac{kk_1}{\pi}\iint x e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy = \frac{k_1}{2\pi k}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-k_1^2y^2-k^2\left[-y\,\mathrm{tg}\,(\beta-\gamma)+\frac{p}{\cos(\beta-\gamma)}\right]^2}\,dy$$

für $\cos(\beta-\gamma)>0$, und hat denselben Werth mit entgegengesetzten Zeichen für $\cos(\beta-\gamma)<0$.

Setzt man im folgenden Integral $y=u-\frac{m}{n^2}$, so wird es:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-l^2-2my-n^2y^2}\,dy = e^{\frac{m^2}{n^2}-l^2}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-n^2u^2}\,du = \frac{\sqrt{\pi}}{n}\,e^{\frac{m^2}{n^2}-l^2}.$$

Setzt man in dieser Formel:

$$l^2 = \frac{k^2p^2}{\cos^2(\beta-\gamma)},\quad m = -\frac{k^2p\sin(\beta-\gamma)}{\cos^2(\beta-\gamma)},\quad n = \sqrt{k^2\,\mathrm{tg}^2(\beta-\gamma)+k_1^2}$$

n immer positiv, so erhält man:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-k_1^2y^2-k^2\left[-y\,\mathrm{tg}\,(\beta-\gamma)+\frac{p}{\cos(\beta-\gamma)}\right]^2}\,dy = \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{k^2\,\mathrm{tg}^2(\beta-\gamma)+k_1^2}}\,e^{-\frac{k^2k_1^2p^2}{k^2\sin^2(\beta-\gamma)+k_1^2\cos^2(\beta-\gamma)}}.$$

Es folgt hieraus, dass man ebensowohl für $\cos(\beta-\gamma)>0$ als für $\cos(\beta-\gamma)<0$:

$$-\frac{kk_1}{\pi}\cos(\beta-\gamma)\iint x\,e^{-k^2x^2-k_1^2y^2}\,dx\,dy=\frac{k_1\cos^2(\beta-\gamma)}{2kq\sqrt{\pi}}\,e^{-\frac{k^2k_1^2p^2}{q^2}}.$$

hat. Somit ist das zweite Glied vom Ausdruck (B):

$$\frac{1000\,k_1\cos^2(\beta-\gamma)}{2kq\sqrt{\pi}}\,e^{-\frac{k^2k_1^2p^2}{q^2}}.$$

Das dritte Glied findet sich in derselben Weise:

$$\frac{1000\,k\sin^2(\beta-\gamma)}{2k_1q\sqrt{\pi}}\cdot e^{-\frac{k^2k_1^2p^2}{q^2}}.$$

Folglich ist das Luftvolumen, das im Mittel in einer Stunde durch 1 □ m. von der Ebene DF in der Richtung der Normale AR (Azimuth β) geht:

$$(K)\ldots\ldots\ldots\ldots\quad V=\frac{1000\,q}{kk_1\sqrt{\pi}}\left[b\int_{-\infty}^{b}e^{-u^2}\,du+\frac{1}{2}e^{-b^2}\right].$$

wo $b=\frac{kk_1p}{q}$, $p=-u_0\cos\beta-w_0\sin\beta$, $q=\sqrt{k^2\sin^2(\beta-\gamma)+k_1^2\cos^2(\beta-\gamma)}$, immer positiv. Für zwei Normale, die entgegengesetzt gerichtet sind, unterscheiden sich die Werthe von β um π; alle in der Formel (K) eingehende Grössen haben in beiden Fällen denselben Werth ausser b, das wohl dieselbe absolute Grösse behält, aber sein Zeichen ändert. Daraus folgt, dass durch eine gewisse Ebene DF die grössere Luftmenge nach der Seite derjenigen Normale geht, für welche β einen Werth hat, bei dem b positiv wird. Im Folgenden wollen wir uns nun mit diesem Luftvolumen beschäftigen.

Bezeichnen wir:

$$(L)\ldots\ldots\ldots\ldots\quad P=q\left[b\int_{-\infty}^{b}e^{-u^2}\,du+\frac{1}{2}e^{-b^2}\right],$$

so haben wir:

$$\frac{dP}{d\beta}=\frac{1}{2}e^{-b^2}\frac{dq}{d\beta}+kk_1\int_{-\infty}^{b}e^{-u^2}du.\frac{dp}{d\beta}.$$

Hier sind die Coefficienten von $\frac{dq}{d\beta}$ und $\frac{dp}{d\beta}$ positiv, und somit kann $\frac{dP}{d\beta}$ nur dann Null werden, wenn $\frac{dq}{d\beta}$ und $\frac{dp}{d\beta}$ von ungleichen Zeichen sind. Wir erinnern uns, das AB (Fig. 4) die Grösse der Geschwindigkeit des mittleren Windes ist; wollen wir diese Grösse v_0 nennen und somit v_0 immer positiv rechnen. Nennen wir weiter λ den Winkel zwischen N und AB, dieser

Winkel von N aus gerechnet in der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers, und θ den Winkel zwischen AB und der Normale AR (Azimuth β), dieser Winkel von AB aus gerechnet ebenfalls in der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers, so hat man:

$$\theta = \beta - \lambda,\ \beta - \gamma = \lambda - \gamma + \theta,\ p = -v_0 \cos\theta,\ \frac{dp}{d\beta} = v_0 \sin\theta;$$

weiter ist:

$$\frac{dq}{d\beta} = -\frac{(k_1^2 - k^2)\sin(\beta-\gamma)\cos(\beta-\gamma)}{q},\quad \text{wo}\quad k_1^2 > k^2$$

$$q = \sqrt{k^2 \sin^2(\beta-\gamma) + k_1^2 \cos^2(\beta-\gamma)},\quad b = -\frac{kk_1 v_0 \cos\theta}{q}.$$

Bei der Berechnung des Luftvolumens, das durch DF nach derjenigen Seite geht, für welche dieses Volumen grösser ist, ist $b > 0$ und folglich:

$$\cos\theta < 0,\ \frac{\pi}{2} < \theta < \frac{3\pi}{2},\ \lambda + \frac{\pi}{2} < \beta < \lambda + \frac{3\pi}{2}.$$

Der Winkel $\lambda - \gamma$ zwischen AB und der X-Axe kann Werthe haben von 0 bis 2π. Setzen wir $\lambda - \gamma = m\frac{\pi}{2} - \delta\frac{\pi}{2}$, wo m eine ganze positive Zahl und $0 < \delta < 1$ ist, so kann m die Werthe 1, 2, 3 oder 4 haben. Wir haben zwei Fälle zu unterscheiden, je nach dem m gerade oder ungerade ist. Im ersten Falle hat man $\lambda - \gamma = (2n-1)\frac{\pi}{2} - \delta\frac{\pi}{2}$, im zweiten $\lambda - \gamma = n\pi - \delta\frac{\pi}{2}$, wo n entweder 1 oder 2 ist. In den beiden folgenden Tafeln sind in jeder der mit № 1 bis № 5 bezeichneten Horizontalreihen einander entsprechende Werthe der in der obersten Reihe rubricirten Grössen angegeben.

Für den Fall: $\lambda - \gamma = (2n-1)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$.

№	$\beta - \gamma$	β	θ	p	q	b	$\frac{dp}{d\beta}$	$\frac{dq}{d\beta}$
1	$n\pi - \frac{\delta\pi}{2}$	$\lambda + \frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$	0	$\sqrt{k^2 \sin^2\frac{\delta\pi}{2} + k_1^2 \cos^2\frac{\delta\pi}{2}}$	0	v_0	$\frac{(k_1^2-k^2)\sin\frac{\delta\pi}{2}\cdot\cos\frac{\delta\pi}{2}}{q}$
2	$n\pi$	$\lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$	$v_0 \sin\frac{\delta\pi}{2}$	k_1	$kv_0 \sin\frac{\delta\pi}{2}$	$v_0 \cos\frac{\delta\pi}{2}$	0
3	$(2n+1)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$	$\lambda + \pi$	π	v_0	$\sqrt{k^2 \cos^2\frac{\delta\pi}{2} + k_1^2 \sin^2\frac{\delta\pi}{2}}$	$\frac{kk_1 v_0}{q}$	0	$-\frac{(k_1^2-k^2)\sin\frac{\delta\pi}{2}\cos\frac{\delta\pi}{2}}{q}$
4	$(2n+1)\frac{\pi}{2}$	$\lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2}$	$\pi + \frac{\delta\pi}{2}$	$v_0 \cos\frac{\delta\pi}{2}$	k	$k_1 v_0 \cos\frac{\delta\pi}{2}$	$-v_0 \sin\frac{\delta\pi}{2}$	0
5	$(n+1)\pi - \frac{\delta\pi}{2}$	$\lambda + \frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2}$	0	$\sqrt{k^2 \sin^2\frac{\delta\pi}{2} + k_1^2 \cos^2\frac{\delta\pi}{2}}$	0	$-v_0$	$\frac{(k_1^2-k^2)\sin\frac{\delta\pi}{2}\cdot\cos\frac{\delta\pi}{2}}{q}$

Für den Fall: $\lambda - \gamma = n\pi - \frac{\delta\pi}{2}$.

№	$\beta - \gamma$	β	θ	p	q	b	$\frac{dq}{d\beta}$	$\frac{dq}{d\beta}$
1	$(2n+1)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$	$\lambda + \frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$	0	$\sqrt{k^2\cos^2\frac{\delta\pi}{2} + k_1^2\sin^2\frac{\delta\pi}{2}}$	0	v_0	$\frac{(k_1^2 - k^2)\sin\frac{\delta\pi}{2}\cos\frac{\delta\pi}{2}}{q}$
2	$(2n+1)\frac{\pi}{2}$	$\lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$	$v_0\sin\frac{\delta\pi}{2}$	k	$k_1 v_0 \sin\frac{\delta\pi}{2}$	$v_0\cos\frac{\delta\pi}{2}$	0
3	$(n+1)\pi - \frac{\delta\pi}{2}$	$\lambda + \pi$	π	v_0	$\sqrt{k^2\sin^2\frac{\delta\pi}{2} + k_1^2\cos^2\frac{\delta\pi}{2}}$	$\frac{kk_1 v_0}{q}$	0	$\frac{(k_1^2 - k^2)\sin\frac{\delta\pi}{2}\cdot\cos\frac{\delta\pi}{2}}{q}$
4	$(n+1)\pi$	$\lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2}$	$\pi + \frac{\delta\pi}{2}$	$v_0\cos\frac{\delta\pi}{2}$	k_1	$kv_0\cos\frac{\delta\pi}{2}$	$-v_0\sin\frac{\delta\pi}{2}$	0
5	$(2n+3)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$	$\lambda + \frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2}$	0	$\sqrt{k^2\cos^2\frac{\delta\pi}{2} + k_1^2\sin^2\frac{\delta\pi}{2}}$	0	$-v_0$	$\frac{(k_1^2 - k^2)\sin\frac{\delta\pi}{2}\cos\frac{\delta\pi}{2}}{q}$

In diesen Tafeln sind für das ganze Intervall, in dem sich β ändern kann, alle diejenige Werthe für β angegeben, bei welchen eine der Grössen b, $\frac{dp}{d\beta}$ oder $\frac{dq}{d\beta}$ verschwindet. Man sieht, dass wenn β von seinem kleinsten Werth $\lambda + \frac{\pi}{2}$ bis zu seinem grössten $\lambda + \frac{3\pi}{2}$ wächst, so wechselt $\frac{dp}{d\beta}$ nur einmal sein Zeichen (wenn β durch den Werth $\lambda + \pi$ geht, siehe die Reihen № 3), $\frac{dq}{d\beta}$ wechselt aber sein Zeichen zwei Mal (wenn β durch die Werthe $\lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$ oder $\lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2}$ geht, siehe die Reihen № 2 und № 4). Bei $\lambda - \gamma = (2n-1)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$ (erste Tafel) sind $\frac{dp}{d\beta}$ und $\frac{dq}{d\beta}$ von ungleichen Zeichen nur in den Intervallen:

$$\lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2} < \beta < \lambda + \pi \quad \text{und} \quad \lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2} < \beta < \lambda + \frac{3\pi}{2}.$$

In dem ersten von diesen Intervallen muss P ein Maximum haben, denn, wenn β wachsend in dieses Intervall eintritt bei $\beta = \lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$, ist:

$$\frac{dP}{d\beta} = kk_1 v_0 \cos\frac{\delta\pi}{2}\int_{-\infty}^{kv_0\sin\frac{\delta\pi}{2}} e^{-u^2}\,du > 0$$

und folglich wächst P zugleich mit β. Beim Austritt aus diesem Intervall ist aber $\frac{dP}{d\beta} < 0$,

so dass hier P abnimmt, wenn β wächst[1]). Beim Eintritt in das zweite Intervall $\lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2} < \beta < \lambda + \frac{3\pi}{2}$, ist $\frac{dP}{d\beta} < 0$, so dass, wenn $\frac{dP}{d\beta}$ in diesem Intervall sein Zeichen ändern würde, was nicht immer der Fall ist, dem $\frac{dP}{d\beta} = 0$ ein Minimum von P entsprechen würde. In ähnlicher Weise überzeugt man sich, dass im zweiten Falle, wo $\lambda - \gamma = n\pi - \frac{\delta\pi}{2}$ (zweite Tafel) ist, P ein Maximum im Intervalle $\lambda + \pi < \beta < \lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2}$ haben muss.

Um also das Maximum von P zu bestimmen, hat man vorerst den entsprechenden Werth von β aus der Gleichung:

$$\frac{dP}{d\beta} = \frac{1}{2} e^{-b^2} \frac{dq}{d\beta} + kk_1 \int_{-\infty}^{b} e^{-u^2} du. \frac{dp}{d\beta} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(M)}$$

zu finden, bei der Bedingung, dass:

$$\lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2} < \beta < \lambda + \pi, \text{ im Falle } \lambda - \gamma = (2n - 1)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$$

und

$$\lambda + \pi < \beta < \lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2}, \text{ im Falle } \lambda - \gamma = n\pi - \frac{\delta\pi}{2}.$$

λ und v_0 werden bestimmt aus den Gleichungen:

$$\cos\lambda = \frac{u_0}{v_0}, \quad \sin\lambda = \frac{w_0}{v_0}, \quad v_0 = \sqrt{u_0^2 + w_0^2}.$$

Als Beispiel einer Anwendung dieser Resultate haben wir für die Monate Juli und Januar nach den aus dem Jahre 1886 hergeleiteten Daten die Lage einer Fläche DF berechnet, für welche das durchgehende Luftvolumen ein Maximum ist.

Für den Juli entnehmen wir aus der Tafel VIa folgende Constanten:

$u_0 = 0{,}01$, $w_0 = -2{,}89$, $\gamma = 125°\,58'$, $\frac{1}{k^2} = 407{,}3$, $\frac{1}{k_1^2} = 183{,}2$ und berechnen:

$v_0 = 2{,}890$, $\lambda = 270°\,12'$, $\lambda - \gamma = 144°\,14' = 180° - 35°\,46'$. $\lambda - \gamma$ ist folglich von der Form $n\pi - \frac{\delta\pi}{2}$ und $\frac{\delta\pi}{2} = 35°\,46'$. Das Maximum P findet folglich statt für ein β, das zwischen den Grenzen $\lambda + \pi$ und $\lambda + \pi + \frac{\delta\pi}{2}$ liegt, oder für $450°\,12' < \beta < 485°\,58'$. Dieses ist gleichbedeutend mit $90°12' < \beta < 125°\,58'$. Aus der Gleichung (M) berechnet sich hierbei $\beta = 113°\,29'$. Für den Fall, dass die Normale der Fläche DF mit der grösseren Zerstreuungsaxe zusammenfällt, hat man $\beta = 125°\,58'$, und wenn ihre Normale mit der Richtung der Geschwindigkeit des mittleren Windes zusammenfällt $\beta = 90°\,12'$. Für diese drei Lagen der Fläche DF berechnen sich nun nach der Formel (K) die Luftvolumina, die im Mittel pro Stunde durch jeden Quadratmeter von DF nach der einen Seite durch-

1) Die Frage, ob P in diesem Intervalle mehr als ein Maximum haben kann, haben wir nicht erörtert, da eine solche Erörterung uns zu weit führen würde.

gehen. Nach der anderen Seite derselben Fläche gehen Volumina, die kleiner sind um die Grösse (*C*). Diese Grössen sind nun für die drei Lagen der Fläche *DF* angegeben in der folgenden Tafel:

β	Volumen (*K*).	Volumen (*C*).
125°58′	7010	2345
113°29′	7047	2655
90°12′	6519	2890
12′	4546	0

In der letzten Reihe ist ausserdem das Luftvolumen angegeben, welches im Mittel pro Stunde durch 1 □ m. von der Fläche *DF* nach einer Seite geht in dem Fall, dass diese Fläche der Richtung des mittleren Windes parallel ist. Dieses Volumen berechnet sich aus der Formel:

$$V = \frac{1000\, q}{2kk_1\sqrt{\pi}},$$

die man erhält, wenn man in (*K*) $\theta = \frac{\pi}{2}$ setzt und folglich $b = 0$ hat. Man hat für diese Lage der Fläche *DF*: $\beta = \lambda + \frac{\pi}{2}$, und die Formel (*C*) giebt $V = 0$.

Für den Januar haben wir in der Tafel IV:

$u_0 = -8{,}73$, $w_0 = 0{,}67$, $\gamma = 151°\,23'$, $\frac{1}{k^2} = 315{,}7$, $\frac{1}{k_1^2} = 180{,}8$ und berechnen:

$v_0 = 8{,}756$, $\lambda = 175°\,37'$, $\lambda - \gamma = 24°\,14'$. Also ist $\lambda - \gamma$ von der Form $(2n-1)\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\pi}{2}$, wobei $n = 1$, $\frac{\delta\pi}{2} = 65°\,46'$. Das Maximum P findet somit statt für ein β, das zwischen den Grenzen $\lambda + \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\pi}{2}$ und $\lambda + \pi$ liegt, oder für $331°\,23' < \beta < 355°\,37'$. Aus (*M*) berechnet sich dann $\beta = 352°\,5'$. Fällt aber die Normale zur Fläche *DF* mit der grossen Zerstreuungsaxe zusammen, so ist $\beta = 331°\,23'$, und hat sie die Richtung, in welcher der mittlere Wind weht, so ist $\beta = 355°\,37'$; ist sie endlich senkrecht gegen diese Richtung, so ist $\beta = 265°\,37'$. Für diese vier Lagen der Fläche *DF* haben wir nun die Luftvolumina berechnet, die im Mittel pro Stunde durch jeden Quadratmeter der Oberfläche *DF* nach derjegen Richtung gehen, für welche dieses Volumen grösser ist (Formel *K*), und um wie viel (Formel *C*) dasjenige Volumen kleiner ist, das in entgegengesetzter Richtung durch dieselbe Fläche geht. Die Resultate sind in der folgenden Tafel angegeben:

β	Volumen (*K*).	Volumen (*C*).
331°23′	9739	7983
352° 5′	10233	8740
355°37′	10219	8756
265°37′	3692	0

Vergleichung der Zahl der beobachteten Componenten mit der theoretischen Zahl.

Tafel I.

1886. Januar 7^h a. m. 1^h p. m. 9^h p. m. Zahl der Beobachtungen $31 \times 3 = 93$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

Kilom. pro Stunde.	ξ Beobacht.	ξ Theoret.	η Beobacht.	η Theoret.
0— 5	0,280	0,319	0,290	0,385
5—10	0,301	0,270	0,419	0,301
10—15	0,193	0,194	0,140	0,183
15—20	0,151	0,118	0,118	0,087
20—25	0,043	0,061	0,032	0,032
25—30	0,022	0,026	0,000	0,009
30—35	0,000	0,010	0,000	0,002
35—∞	0,011	0,004	0,000	0,000

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff. $= 0{,}0671\sqrt{p(1-p)}$
0— 0	—0,039	0,031	—0,095	0,033
5—10	+0,031	0,030	+0,118	0,031
10—15	—0,001	0,027	—0,043	0,025
15—20	+0,033	0,022	+0,031	0,019
20—25	—0,018	0,016	0,000	0,012
25—30	—0,004	0,011	—0,009	0,006
30—35	—0,010	0,007	—0,002	0,003
35—∞	+0,007	0,004	0,000	0,000

Tafel II.

1886. Januar, die ungeraden Stunden. Zahl der Beobachtungen $31 \times 12 = 372$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

	ξ Beobacht.	ξ Theoret.	η Beobacht.	η Theoret.
0— 5	0,2957	0,3249	0,3495	0,3730
5—10	0,2796	0,2732	0,3468	0,2959
10—15	0,2070	0,1938	0,1478	0,1862
15—20	0,1290	0,1149	0,1022	0,0930
20—25	0,0618	0,0576	0,0457	0,0368
25—30	0,0188	0,0242	0,0081	0,0116
30—35	0,0054	0,0086	0,0000	0,0028
35—∞	0,0027	0,0033	0,0000	0,0007

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

Kilom. pro Stunde.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff. $= 0{,}0350\sqrt{p(1-p)}$
0— 5	—0,0292	0,0164	—0,0235	0,0169
5—10	+0,0064	0,0156	+0,0509	0,0160
10—15	+0,0137	0,0138	—0,0384	0,0136
15—20	+0,0141	0,0111	+0,0092	0,0102
20—25	—0,0042	0,0082	+0,0089	0,0066
25—30	—0,0054	0,0054	—0,0035	0,0038
30—35	—0,0032	0,0032	—0,0028	0,0018
35—∞	—0,0006	0,0020	—0,0007	0,0009

Tafel III.

1886. Juli, die ungeraden Stunden. Zahl der Beobachtungen $31 \times 12 = 372$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

	ξ		η	
	Beobacht.	Theoret.	Beobacht.	Theoret.
0— 5	0,2527	0,3407	0,2661	0,3022
5—10	0,3011	0,2812	0,2339	0,2605
10—15	0,2258	0,1920	0,2177	0,1934
15—20	0,1667	0,1082	0,1532	0,1236
20—25	0,0403	0,0503	0,1075	0,0682
25—30	0,0134	0,0194	0,0134	0,0323
30—35	0,0000	0,0062	0,0081	0,0133
35—∞	0,0000	0,0020	0,0000	0,0065

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff. $= 0{,}0350\sqrt{p(1-p)}$.
0— 5	—0,0880	0,0166	—0,0361	0,0161
5—10	+0,0199	0,0158	—0,0266	0,0154
10—15	+0,0338	0,0138	+0,0243	0,0138
15—20	+0,0583	0,0109	+0,0296	0,0115
20—25	—0,0100	0,0076	+0,0393	0,0088
25—30	—0,0060	0,0048	—0,0189	0,0061
30—35	—0,0062	0,0028	—0,0052	0,0040
35—∞	—0,0020	0,0016	—0,0065	0,0028

Quadratsummen und Constanten.

Tafel IV.

	Januar 1886.			Juli 1886.		
	$\Sigma\xi^2$	$\Sigma\eta^2$	$\Sigma(\xi+\eta)^2$	$\Sigma\xi^2$	$\Sigma\eta^2$	$\Sigma(\xi+\eta)^2$
7^h a. m.	4786,6	3455,8	5774,6	2817,5	4219,2	3630,4
9^h a. m.	4410,8	3646,1	5188,9	2666,4	3691,2	4173,9
11^h a. m.	4431,1	3133,5	5194,1	3000,2	3960,4	4975,9
1^h p. m.	5299,3	2824,7	6330,0	2426,1	4005,8	4715,2
3^h p. m.	4785,5	3113,8	8138,2	4249,4	5135,4	6672,4
5^h p. m.	4393,0	3123,4	7200,6	5066,0	6851,6	9495,2
7^h p. m.	4278,6	2824,5	6141,0	6270,3	6999,9	8520,5
9^h p. m.	4050,1	2908,3	6482,6	6440,5	6723,4	8118,3
11^h p. m.	4329,5	3101,3	4775,5	6284,1	6763,6	7617,3
1^h a. m.	3780,2	3679,9	5327,8	3434,9	5432,7	5214,9
3^h a. m.	4076,1	3737,5	5766,0	2479,8	3730,4	4084,0
5^h a. m.	4342,1	3832,3	4917,7	2736,2	4133,4	3396,2
	$\gamma=151°23'$; $\frac{1}{k^2}=315,7$; $\frac{1}{k_1^2}=180,8$			$\gamma=125°15'$; $\frac{1}{k^2}=405,3$; $\frac{1}{k_1^2}=183,5$		
	$u_0=-8,73$; $w_0=+0,67$			$u_0=+0,01$; $w_0=-2,89$		

Tafel V.

Für jede Stunde gesondert berechnet.

1886.		u_0	w_0	γ	$\frac{1}{k^2}$	$\frac{1}{k_1^2}$
Jan.	7^h a. m.	—7,09	+0,65	151°58′	348,7	144,2
»	1^h p. m.	—9,23	+0,53	161°57′	360,3	163,3
»	9^h p. m.	—8,81	—0,46	168°54′	264,3	182,1
Juli	7^h a. m.	—1,24	—1,85	112°52′	278,5	131,1
»	1^h p. m.	+0,91	—5,01	138° 1′	508,3	272,7
»	9^h p. m.	+1,02	—1,76	120°14′	279,4	116,6

Tafel VIa.

Juli 1886. Corrigirt für die tägliche Periode.

	$\Sigma\xi^2$	$\Sigma\eta^2$	$\Sigma(\xi+\eta)^2$	γ	$\frac{1}{k^2}$	$\frac{1}{k_1^2}$	$\Delta\xi$	$\Delta\eta$
7^h a. m.	2391,9	3973,7	4720,0	113° 4′	279,0	131,7	— 1,93	+ 1,27
9^h a. m.	4142,1	5131,7	6613,7	124°48′	390,7	207,6	— 1,53	+ 0,13
11^h a. m.	6030,0	6847,3	9405,2	128°23′	530,5	300,3	— 1,13	— 1,43
1^h p. m.	6245,3	6861,4	8474,7	131°13′	573,5	272,1	+ 0,84	— 1,97
3^h p. m.	6477,7	6669,9	8102,8	133°55′	587,0	261,3	+ 1,81	— 2,13
5^h p. m.	6152,2	6616,5	7650,4	132°24′	577,7	246,1	+ 2,74	— 1,77
7^h p. m.	3365,1	5438,1	5137,8	120°15′	417,8	148,1	+ 2,44	— 0,80
9^h p. m.	2453,8	3692,3	3943,6	120°19′	279,8	116,8	+ 1,47	+ 0,90
11^h p. m.	2736,4	4132,0	3397,7	124° 3′	342,2	100,9	+ 0,07	+ 1,13
1^h a. m.	2915,5	4171,8	3615,7	125° 3′	347,7	109,5	— 1,36	+ 1,50
3^h a. m.	2665,2	3919,5	4187,7	121°11′	299,7	125,1	— 1,73	+ 1,27
5^h a. m.	2882,9	3925,3	4961,5	120°17′	289,6	151,2	— 1,93	+ 1,70
Ganzer Tag	48458,1	61379,5	70210,8	125°58′	407,3	183,2	$u_0=+0,01$	$w_0=-2,89$

Vergleichung der Zahl der beobachteten Componenten mit der theoretischen Zahl.

Tafel VI.

1886. Juli, die ungeraden Stunden mit Correction für die Tagesperiode, Zahl der Beob. $31 \times 12 = 372$

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

Kilom. pro Stunde.	ξ Beobacht.	ξ Theoret.	η Beobacht.	η Theoret.
0— 5	0,2876	0,3388	0,2984	0,3030
5—10	0,3226	0,2804	0,2258	0,2607
10—15	0,1828	0,1922	0,1667	0,1934
15—20	0,1478	0,1090	0,1909	0,1234
20—25	0,0430	0,0511	0,0968	0,0679
25—30	0,0134	0,0200	0,0161	0,0321
30—35	0,0027	0,0063	0,0054	0,0131
35—∞	0,0000	0,0022	0,0000	0,0064

Differenzen: Beobachtete—Theoretische Wahrscheinlichkeit.

	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff. $=0{,}0350\sqrt{p(1-p)}$.
0— 5	—0,0512	0,0166	—0,0046	0,0161
5—10	+0,0422	0,0157	—0,0349	0,0154
10—15	—0,0094	0,0138	—0,0267	0,0138
15—20	+0,0388	0,0109	+0,0665	0,0115
20—25	—0,0081	0,0077	+0,0289	0,0088
25—30	—0,0066	0,0049	—0,0160	0,0062
30—35	—0,0036	0,0026	—0,0077	0,0040
35—∞	—0,0022	0,0016	—0,0064	0,0028

Tafel VIII.

1886. Juli, die Stunden 11^h a. m. bis 2^h p. m. Mit Correction für die Tagesperiode. Zahl der Beobachtungen $31 \times 4 = 124$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

Kilom. pro Stunde.	ξ Beobacht.	ξ Theoret.	η Beobacht.	η Theoret.
0— 5	0,2339	0,2846	0,2500	0,2642
5—10	0,1855	0,2494	0,1290	0,2351
10—15	0,2097	0,1918	0,2258	0,1888
15—20	0,2500	0,1293	0,2097	0,1350
20—25	0,0645	0,0765	0,1371	0,0851
25—30	0,0565	0,0397	0,0161	0,0490
30—35	0,0000	0,0179	0,0323	0,0249
35—∞	0,0000	0,0108	0,0000	0,0184

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

Kilom. pro Stunde.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.$=0{,}0605\sqrt{p(1-p)}$.
0— 5	—0,0507	0,0273	—0,0142	0,0267
5—10	—0,0639	0,0262	—0,1161	0,0256
10—15	+0,0079	0,0238	+0,0375	0,0236
15—20	+0,1207	0,0203	+0,0747	0,0207
20—25	—0,0120	0,0162	+0,0520	0,0169
25—30	+0,0168	0,0118	—0,0321	0,0131
30—35	—0,0179	0,0080	+0,0074	0,0094
35—∞	+0,0108	0,0062	—0,0184	0,0081

Tafel IX.

1886. Juli, die Stunden 7^h p. m. bis 10^h p. m. Mit Correction für die Tagesperiode. Zahl der Beobachtungen $31 \times 4 = 124$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

	ξ		η	
	Beobacht.	Theoret.	Beobacht.	Theoret.
0— 5	0,3468	0,4115	0,2894	0,3250
5—10	0,3952	0,3092	0,2258	0,2732
10—15	0,1129	0,1747	0,2339	0,1933
15—20	0,1452	0,0741	0,1613	0,1149
20—25	0,0000	0,0237	0,0565	0,0576
25—30	0,0000	0,0057	0,0242	0,0241
30—35	0,0000	0,0009	0,0000	0,0085
35—∞	0,0000	0,0002	0,0000	0,0034

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.$=0{,}0605\sqrt{p(1-p)}$.
0— 5	—0,0648	0,0298	—0,0266	0,0283
5—10	+0,0860	0,0280	—0,0474	0,0270
10—15	—0,0618	0,0230	+0,0406	0,0239
15—20	+0,0711	0,0159	+0,0464	0,0193
20—25	—0,0237	0,0092	—0,0011	0,0141
25—30	—0,0057	0,0046	+0,0001	0,0093
30—35	—0,0009	0,0018	—0,0085	0,0056
35—∞	—0,0002	0,0009	—0,0034	0,0035

Quadratsummen und Constanten.

Tafel VII.

Juli 1886. Gruppen zu 4 Stunden. Corrigirt für die tägliche Periode des mittleren Windes nach den Mitteln vom Juli allein.

	$\Sigma\xi^2$	$\Sigma\eta^2$	$\Sigma(\xi+\eta)^2$	γ	$\frac{1}{k^2}$	$\frac{1}{k_1^2}$	u_0	w_0	$\Delta\xi$	$\Delta\eta$
11^h a. m.	5030,8	6834,5	9393,7						+1,30	—0,85
12^h Tag	5806,1	7492,1	9059,2						+0,30	—0,20
1^h p. m.	6245,9	6870,0	8480,6						—0,40	+0,15
2^h p. m.	6258,0	6150,4	8766,0						—1,43	+0,35
$\Sigma =$	23340,8	27347,0	35699,5	127°31′	533,9	283,7	+0,41	—4,31		
3^h p. m.	6439,1	6661,4	8092,6						+0,47	+0,12
4^h p. m.	5597,1	6988,0	7747,4						+0,27	+0,14
5^h p. m.	6146,6	6626,2	7620,3						—0,15	—0,27
6^h p. m.	5303,2	5476,2	6299,6						—0,25	—0,78
$\Sigma =$	23486,0	25751,8	29759,9	131°41′	555,2	238,9	+1,59	—4,65		
7^h p. m.	3325,8	5436,3	5128,9						—0,86	+1,18
8^h p. m.	2478,3	4766,5	4413,2						—0,41	+0,45
9^h p. m.	2448,9	3694,8	3942,3						+0,40	—0,30
10^h p. m.	2336,3	3741,0	3610,7						+0,85	—0,56
$\Sigma =$	10589,3	17638,6	17095,1	118°50′	333,9	121,4	+1,65	−2,44		
11^h p. m.	2763,6	4122,8	3409,1						—1,05	+0,31
12^h Nachts	2980,9	4242,3	3473,4						—0,23	+0,03
1^h a. m.	2841,4	4177,8	3606,3						+0,40	+0,06
2^h a. m.	2504,9	4542,0	4126,6						+0,93	+0,06
$\Sigma =$	11090,8	17084,9	14615,4	123° 7′	346,8	107,7	—0,11	—2,07		
3^h a. m.	2647,3	3926,0	4190,2						—0,13	+0,35
4^h a. m.	3089,5	3962,6	4779,5						+0,07	—0,30
5^h a. m.	2894,4	4018,3	4966,7						+0,05	—0,07
6^h a. m.	2407,9	3863,1	4966,1						—0,04	+0,23
$\Sigma =$	11039,1	15770,0	18902,5	119°33′	290,5	180,7	—1,28	—1,85		

	$\Sigma\xi^2$	$\Sigma\eta^2$	$\Sigma(\xi+\eta)^2$	γ	$\frac{1}{k^2}$	$\frac{1}{k_1^2}$	u_0	w_0	$\Delta\xi$	$\Delta\eta$
7^h a. m.	2383,0	3981,3	4714,0						+0,20	—0,95
8^h a. m.	3386,1	4622,0	6305,4						+0,13	—0,47
9^h a. m.	4351,7	5127,0	6620,9						—0,10	+0,18
10^h a. m.	4721,6	5429,2	7157,2						—0,27	+0,92
$\Sigma =$	14842,4	19159,5	24797,5	122°26′	356,3	192,2	—1,45	—2,25		

Die 4 letzten Gruppen:

7^h p. m.—10^h p. m.	10589,3	17638,6	17095,1
11^h p. m.— 2^h a. m.	11090,8	17084,9	14615,4
3^h a. m.— 6^h a. m.	11039,1	15770,0	18902,5
7^h a. m.—10^h a. m.	14842,4	19159,5	24797,5
$\Sigma =$	47561,6	69653,0	75410,5

121° 4′ 331,6 141,0.

Tafel XII.

Juli 1886. Nach den Mitteln von Juni, Juli, August.

	$\Sigma\xi^2$	$\Sigma\eta^2$	$\Sigma(\xi+\eta)^2$	γ	$\frac{1}{k^2}$	$\frac{1}{k_1^2}$
7^h p. m.	3327,5	5680,0	5405,9			
8^h p. m.	2476,4	4899,4	4438,7			
9^h p. m.	2499,6	3877,1	4172,8			
10^h p. m.	2366,1	4118,7	3981,2			
11^h p. m.	2736,8	5109,1	4423,4			
12^h Nachts.	2989,0	4751,4	3841,7			
1^h a. m.	2911,0	4476,2	3592,2			
2^h a. m.	2536,8	4881,2	4278,0			
3^h a. m.	2667,5	4198,3	4312,6			
4^h a. m.	3102,3	4335,4	5025,1			
5^h a. m.	2883,1	4276,9	5329,3			
6^h a. m.	2422,2	4313,2	5268,9			
7^h a. m.	2390,5	4273,4	4904,2			
8^h a. m.	3386,8	4867,7	6532,9			
9^h a. m.	4140,9	5321,7	6859,3			
10^h a. m.	4726,4	5574,8	7240,9			
$\Sigma =$	47562,9	74954,5	79607,1	118°44′	349,6	144,4.

Vergleichung der Zahl der beobachteten Componenten mit der theoretischen Zahl.

Tafel X.

1886. Juli, die Stunden 11^h p. m. bis 2^h a. m. Mit Correction für die Tagesperiode. Zahl der Beobachtungen $31 \times 4 = 124$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

Kilom. pro Stunde.	ξ		η	
	Beobacht.	Theoret.	Beobacht.	Theoret.
0— 5	0,2500	0,4028	0,3628	0,3296
5—10	0,3871	0,3069	0,2500	0,2762
10—15	0,2500	0,1775	0,1371	0,1931
15—20	0,1129	0,0782	0,1532	0,1128
20—25	0,0000	0,0263	0,0887	0,0552
25—30	0,0000	0,0068	0,0000	0,0225
30—35	0,0000	0,0013	0,0081	0,0077
35—∞	0,0000	0,0002	0,0000	0,0029

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch.—Diff.$=0{,}0605\sqrt{p\,(1-p)}$.
0— 5	—0,1528	0,0297	+0,0333	0,0285
5—10	+0,0802	0,0279	—0,0262	0,0270
10—15	+0,0725	0,0231	—0,0560	0,0238
15—20	+0,0347	0,0162	+0,0404	0,0191
20—25	—0,0263	0,0095	+0,0335	0,0138
25—30	—0,0068	0,0050	—0,0225	0,0089
30—35	—0,0013	0,0022	+0,0004	0,0053
35—∞	—0,0002	0,0009	—0,0029	0,0032

Tafel XI.

1886. Juli, die Stunden 7^h p. m. bis 10^h a. m. Corrigirt für die Tagesperiode. Zahl der Beobachtungen $31 \times 16 = 496$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

Kilom. pro Stunde.	ξ		η	
	Beobacht.	Theoret.	Beobacht.	Theoret.
0— 5	0,3145	0,3904	0,3206	0,3270
5—10	0,3629	0,3024	0,2641	0,2743
10—15	0,1855	0,1816	0,1613	0,1932
15—20	0,1189	0,0845	0,1633	0,1141
20—25	0,0161	0,0304	0,0726	0,0565
25—30	0,0020	0,0085	0,0161	0,0236
30—35	0,0000	0,0018	0,0020	0,0081
35—∞	0,0000	0,0004	0,0000	0,0032

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

Kilom. pro Stunde.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff. $=0{,}0303\sqrt{p(1-p)}$.
0— 5	—0,0759	0,0148	—0,0064	0,0142
5—10	+0,0605	0,0139	—0,0102	0,0135
10—15	+0,0039	0,0117	—0,0319	0,0120
15—20	+0,0344	0,0084	+0,0492	0,0096
20—25	—0,0143	0,0052	+0,0161	0,0070
25—30	—0,0065	0,0028	—0,0075	0,0046
30—35	—0,0018	0,0013	—0,0061	0,0027
35—∞	—0,0004	0,0006	—0,0032	0,0017

Tafel XIII.

1886. Juli, die Stunden 7^h p. m. bis 10^h a. m. Anders corrigirt für die Tagesperiode. Zahl der Beobachtungen $31 \times 16 = 496$.

Wahrscheinlichkeit der Wind-Componenten.

	ξ		η	
	Beobacht.	Theoret.	Beobacht.	Theoret.
0— 5	0,3226	0,3903	0,3175	0,3158
5—10	0,3558	0,3024	0,2692	0,2682
10—15	0,1825	0,1816	0,1552	0,1936
15—20	0,1208	0,0845	0,1452	0,1186
20—25	0,0161	0,0305	0,0706	0,0618
25—30	0,0020	0,0085	0,0403	0,0273
30—35	0,0000	0,0018	0,0000	0,0103
35—∞	0,0000	0,0004	0,0020	0,0044

Differenzen: Beobachtete — Theoretische Wahrscheinlichkeit.

	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff.	Beob.—Theor.	Wahrsch. Diff. $=0{,}0303\sqrt{p(1-p)}$.
0— 5	—0,0677	0,0148	+0,0017	0,0141
5—10	+0,0534	0,0139	+0,0010	0,0131
10—15	+0,0009	0,0117	—0,0384	0,0120
15—20	+0,0363	0,0084	+0,0266	0,0098
20—25	—0,0144	0,0052	+0,0088	0,0073
25—30	—0,0065	0,0028	+0,0130	0,0049
30—35	—0,0018	0,0013	—0,0103	0,0031
35—∞	—0,0004	0,0006	—0,0024	0,0020

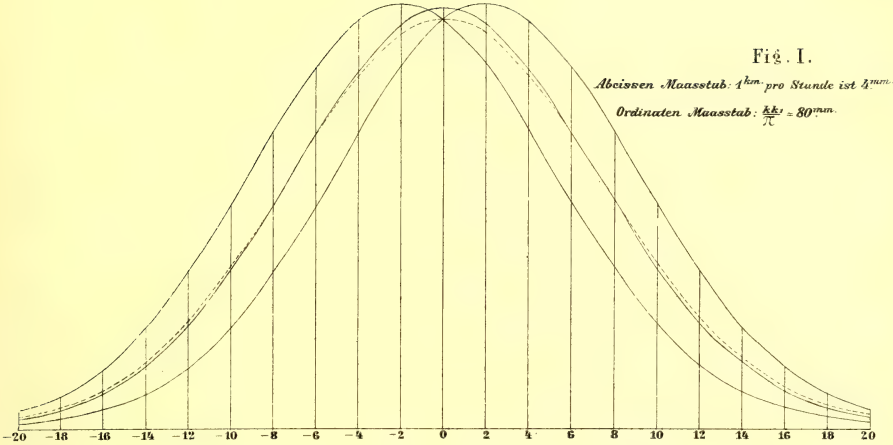
DRUCKFEHLER.

Seite:	Zeile:	Steht:	Lies:
8	15 v. o.	$\frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 \eta^2}$	$\frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k^2 x^2 - k_1^2 y^2}$
9	19 v. o.	$\frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k_1^2 \eta^2}$	$\frac{kk_1}{\pi}\, e^{-k_1^2 y^2}$.
13	13 v. u.	die Grösse und Lage der Quantitäten $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$	die Grössen $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$ und die Lage der Zerstreuungsaxen
21	2 v. o.	291 km.	2,91 km.
25	15 v. o.	1886, genügend	1886, nicht genügend
»	16 v. o.	Eine solche Uebereinstimmung findet	Eine Uebereinstimmung findet auch
26	2 v. o.	9762	9672
»	2 v. o.	0,0372	0,0375
28	2 v. u.	Geraden	Gerade
54	10 v. o.	$\sin\theta \iint z dx'\, xy'$	$\sin\theta \iint z dx'\, dy'$
70	15 v. u.	V	v
71	2 v. o.	V	v
»	5 v. o.	V	v
»	9 v. o.	V	v
72	3 v. o.	V	v
»	5 v. o.	V	v
»	7 v. o.	V	v
»	15 v. o.	V	v
»	10 v. u.	V	v
73	3 v. o.	$\int_{+\infty}^{-\infty} \int_{+\infty}^{-\infty}$	$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty}$
78	3 v. o.	in der vorletzten Colonne $\frac{dq}{d\beta}$	$\frac{dp}{d\beta}$
Fig. XII		$\odot T$	$\odot T'$

Fig. I.

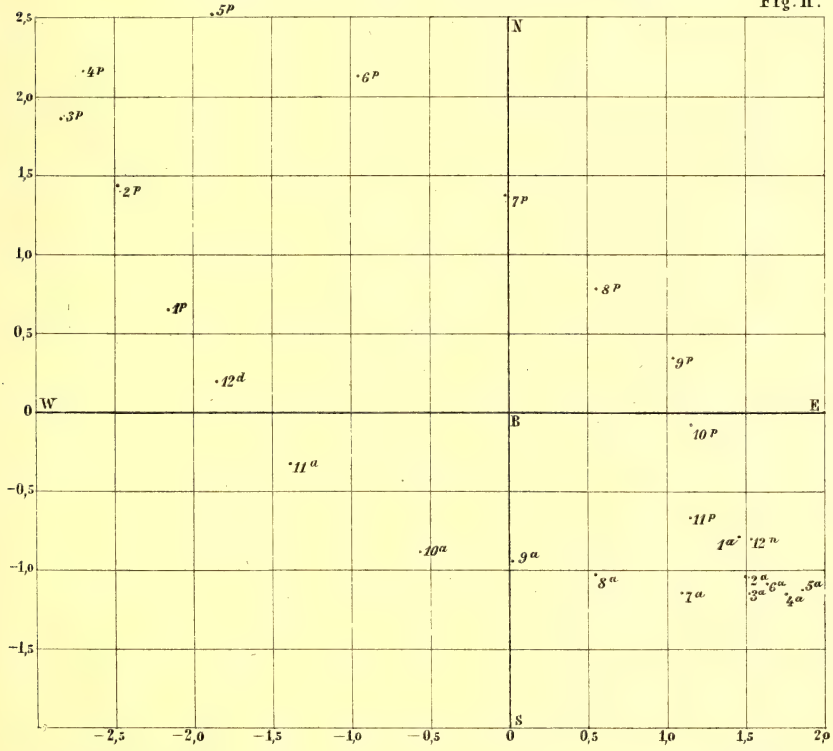
Abcissen Maasstab: 1 km pro Stunde ist 4 mm.

Ordinaten Maasstab: $\frac{kk_1}{\pi} = 80$ mm.



STUNDEN MITTEL FÜR DIE 8 WÄRMEREN MONATE 1886.

Fig. II.

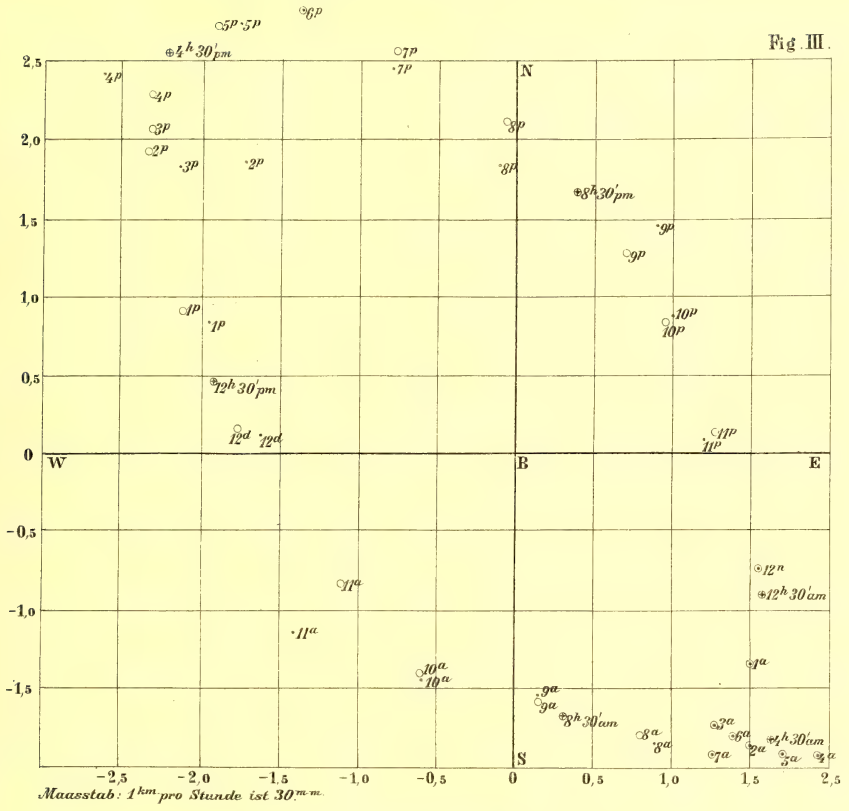


Maasstab: 1 km pro Stunde ist 30 mm.

КАРТОГР. ЗАВ. ДЕПАРТАМЕНТА С. П. Б.

STUNDEN-MITTEL FÜR JUNI, JULI, AUGUST 1886.

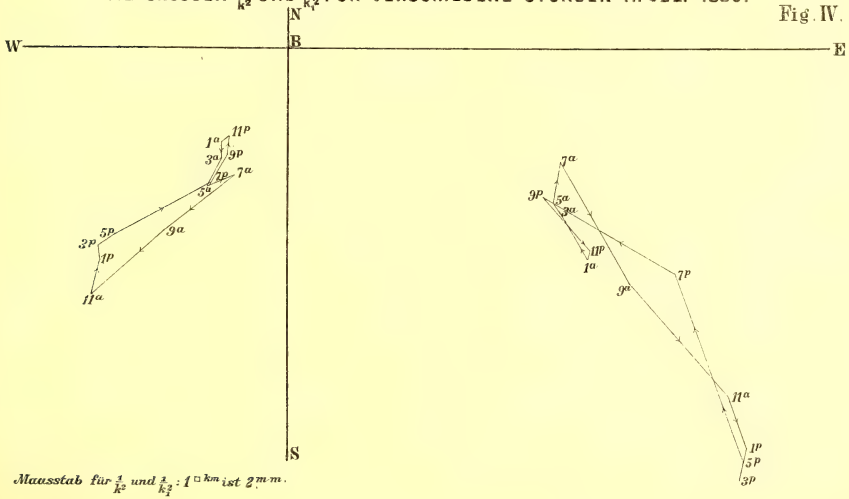
Fig. III.



Maassstab: 1 km pro Stunde ist 30 m.m.

DIE LAGE DER ZERSTREUUNGS-AXEN UND DIE GRÖSSEN $\frac{1}{k^2}$ UND $\frac{1}{k_1^2}$ FÜR VERSCHIEDENE STUNDEN IN JULI 1886.

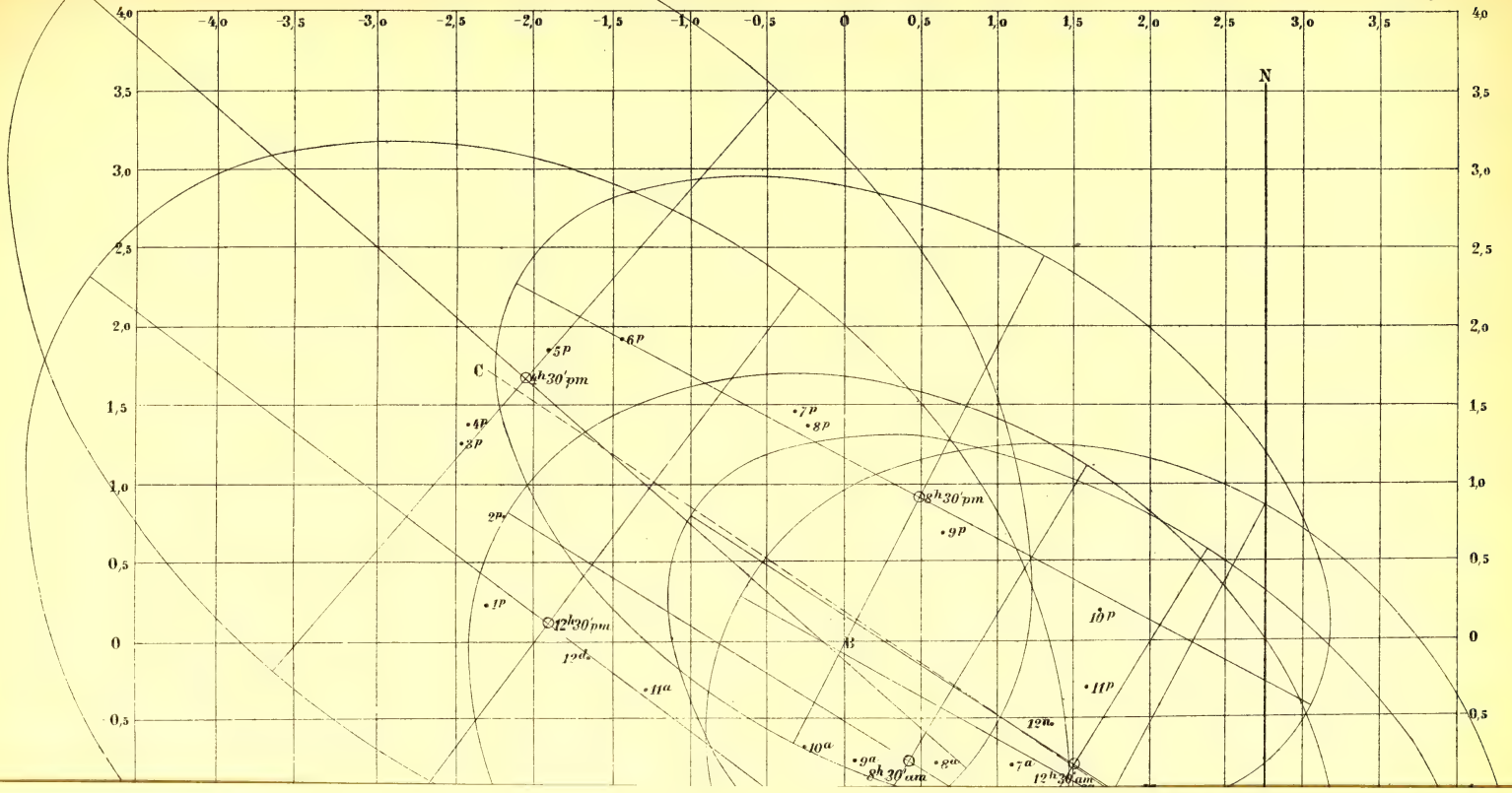
Fig. IV.



Maassstab für $\frac{1}{k^2}$ und $\frac{1}{k_1^2}$: 1 □ km ist 2 m.m.

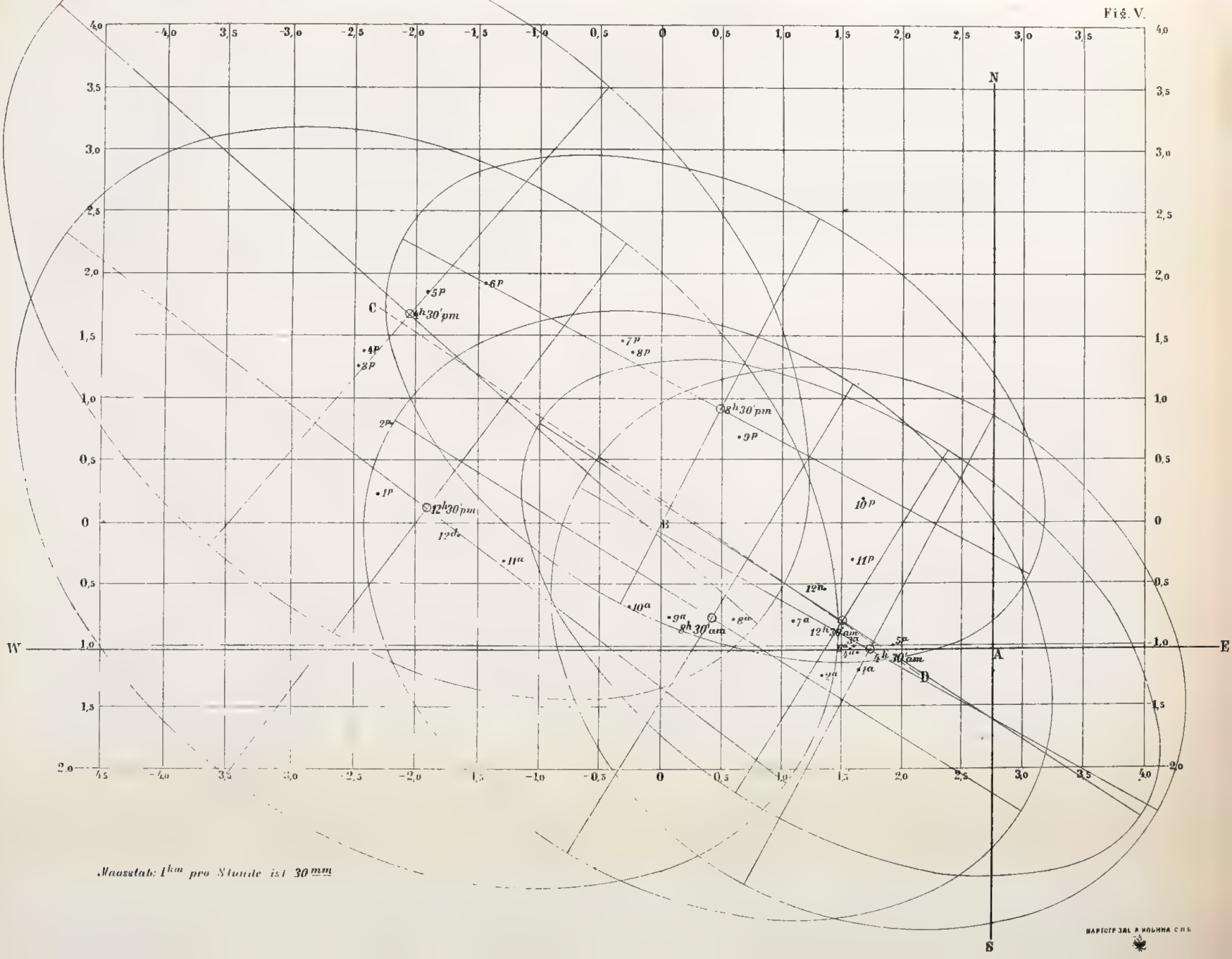
STUNDEN-MITTEL VON JULI NACH 15 JÄHRIGEN BEOBACHTUNGEN BERECHNET VON ROSENTHAL UND ZERSTREUUNGS ELLIPSEN FÜR DIE WAHRSCHEINLICHKEIT 1/40.

Fig. V.



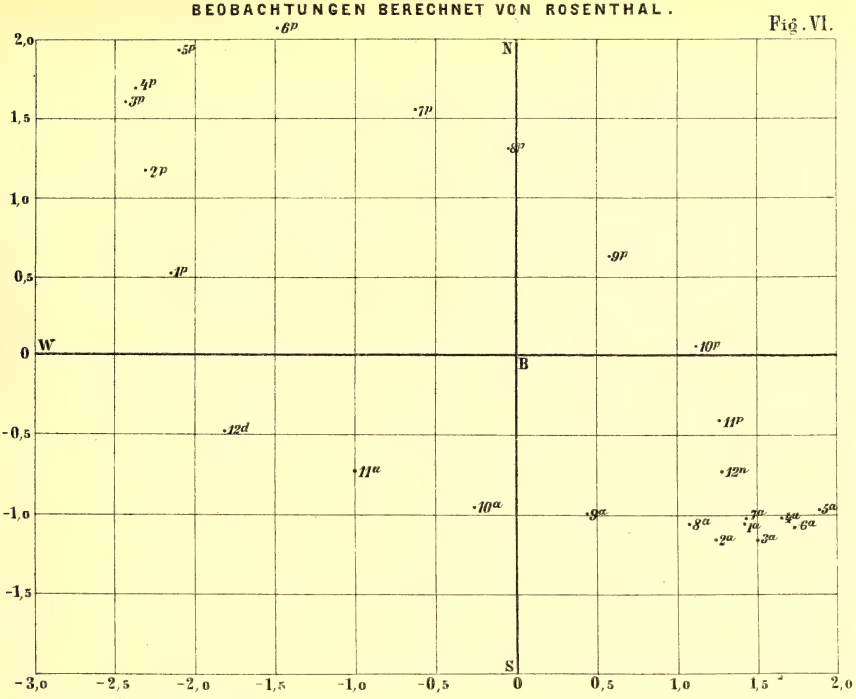
STUNDEN-MITTEL VON JULI NACH 15 JÄHRIGEN BEOBACHTUNGEN BERECHNET VON ROSENTHAL UND ZERSTREUUNGS ELLIPSEN FÜR DIE WAHRSCHEINLICHKEIT 1/40.

Fig. V.



STUNDEN-MITTEL IM SOMMER NACH 15 JÄHRIGEN BEOBACHTUNGEN BERECHNET VON ROSENTHAL.

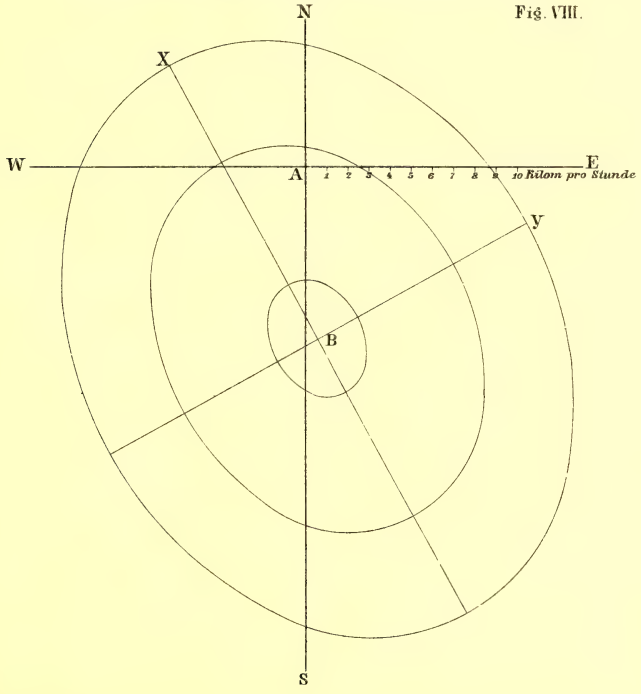
Fig. VI.



Maasstab: 1^{km} pro Stunde ist 30^{mm}.

ZERSTREUUNGS ELLIPSEN FÜR JANUAR 1886.

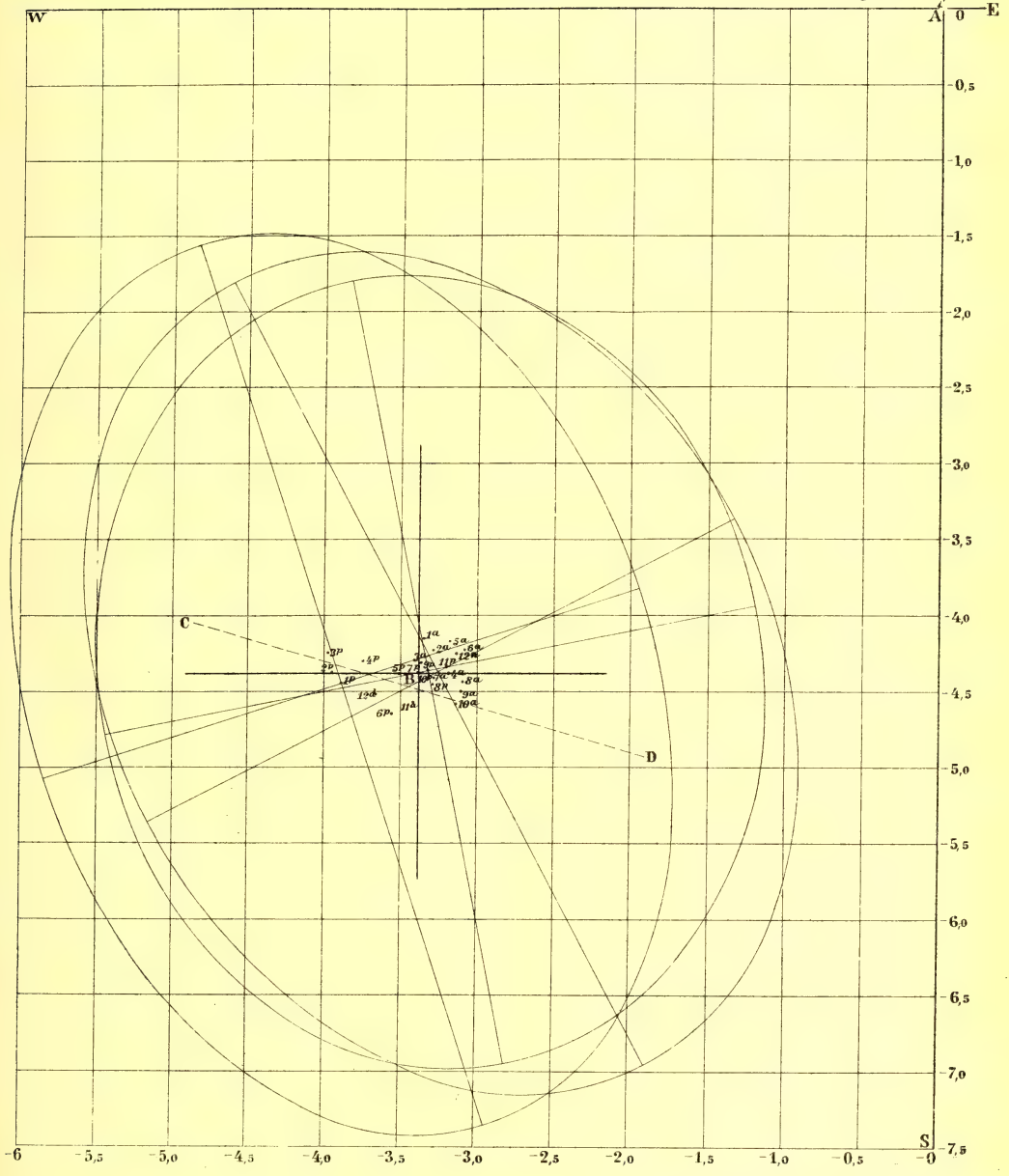
Fig. VIII.



КАРТОГР. ЗАВ. А. ИЛЬИНА С.П.Б.

STUNDEN-MITTEL FÜR DEN WINTER NACH 15 JÄHRIGEN BEOBACHTUNGEN BERECHNET VON ROSENTHAL, MIT DEN ZERSTREUUNGS ELLIPSEN FÜR DIE WAHRSCHEINLICHKEIT 1/40.

Fig. VII.

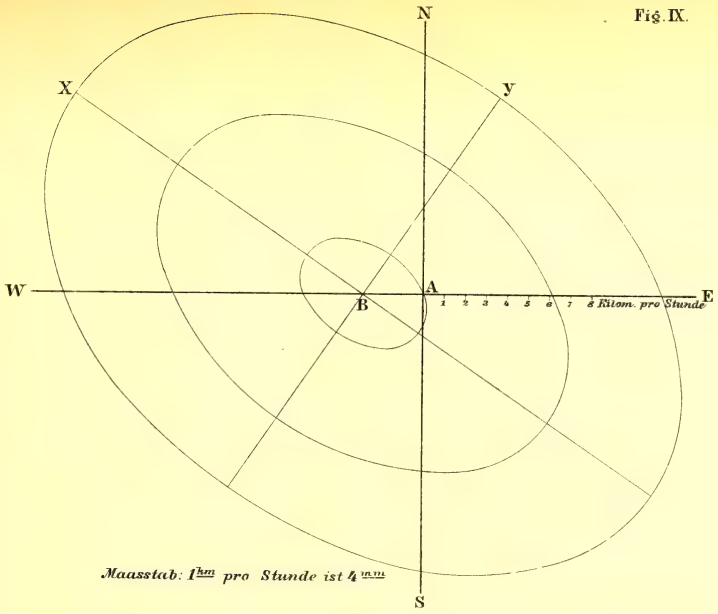


Maasstab: 1^{km} pro Stunde ist 30^{mm}

КАРТОГР. ЗАВ. А. ИЛЬИНА С.П.Б.

ZERSTREUUNGS ELLIPSEN FÜR JULI 1886.

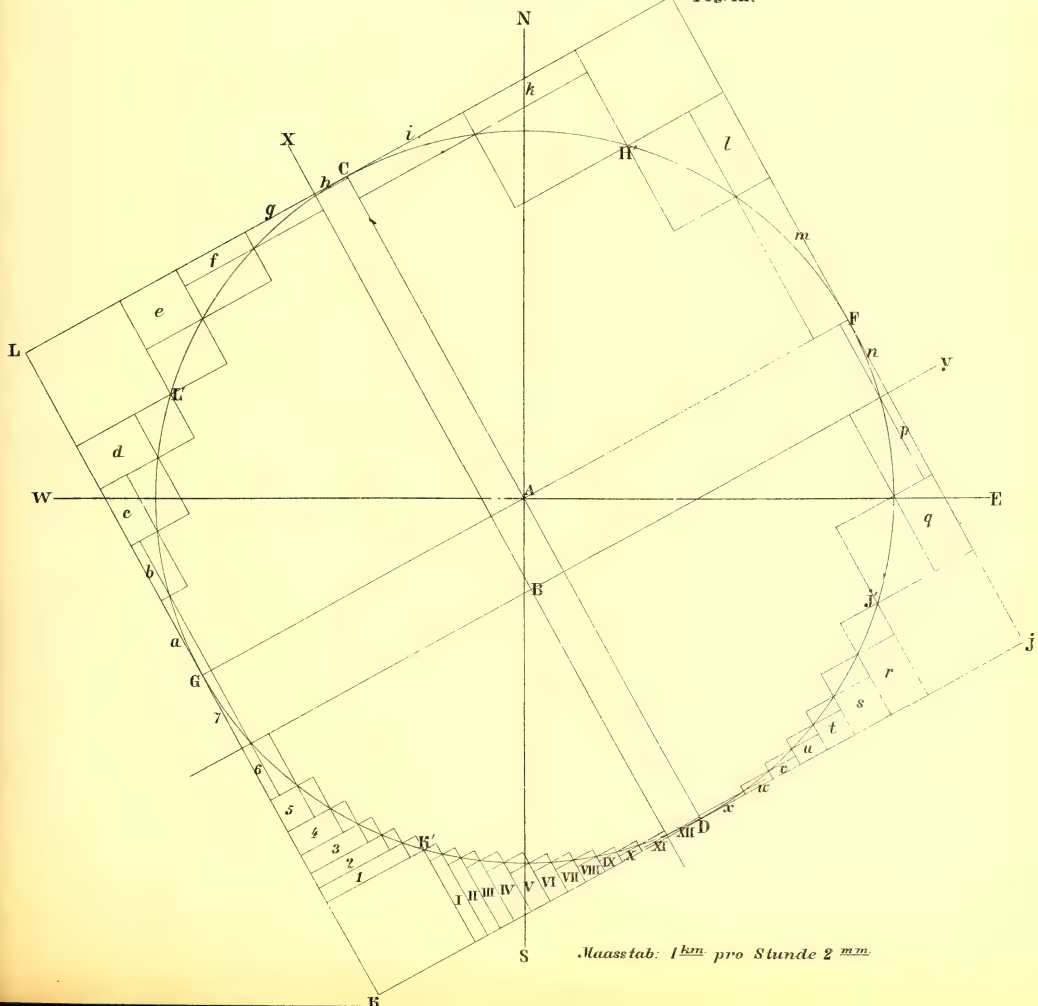
Fig. IX.



Maasstab: 1 km pro Stunde ist 4 mm

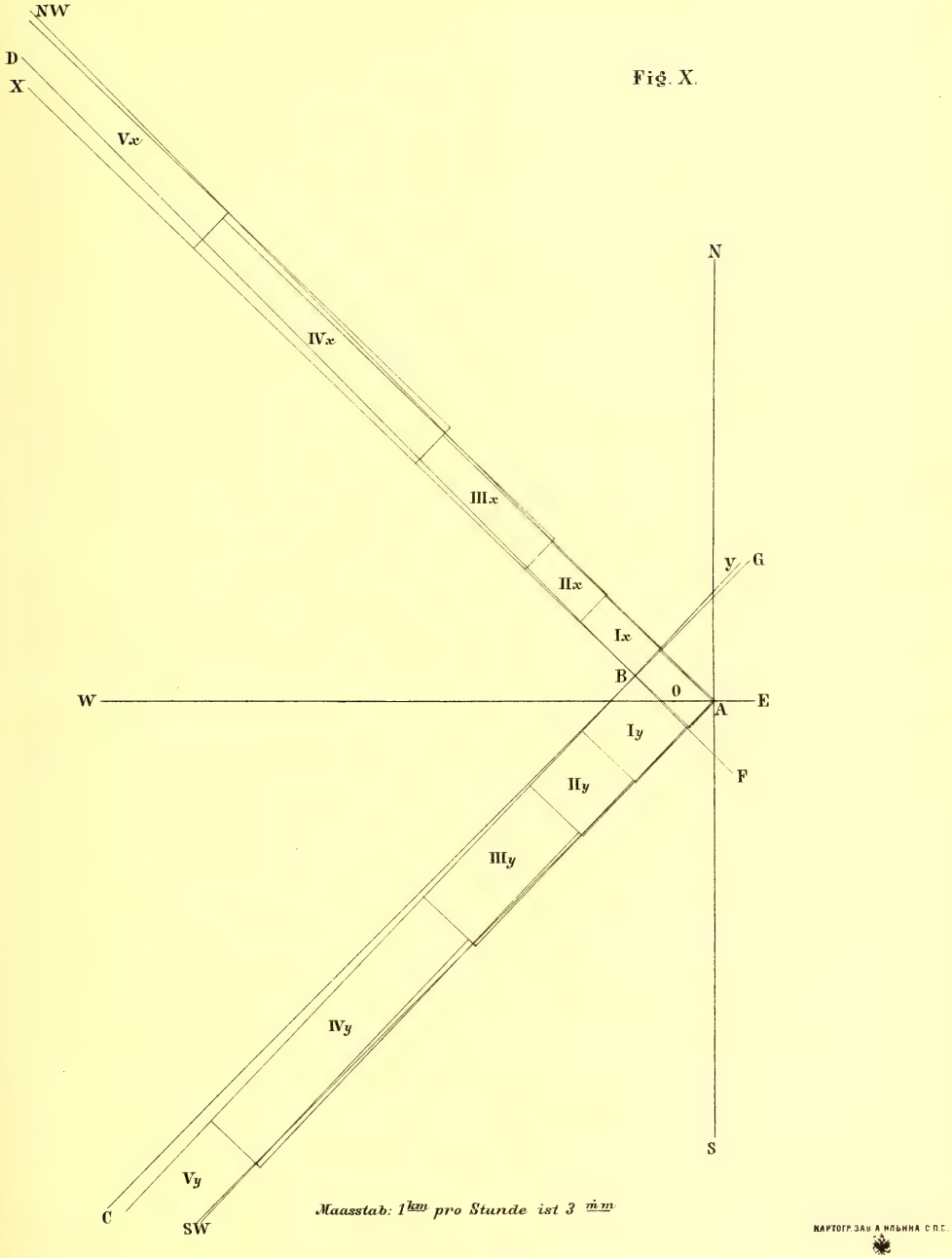
JANUAR 1886.

Fig. XI.



Maasstab: 1 km pro Stunde 2 mm

Fig. X.

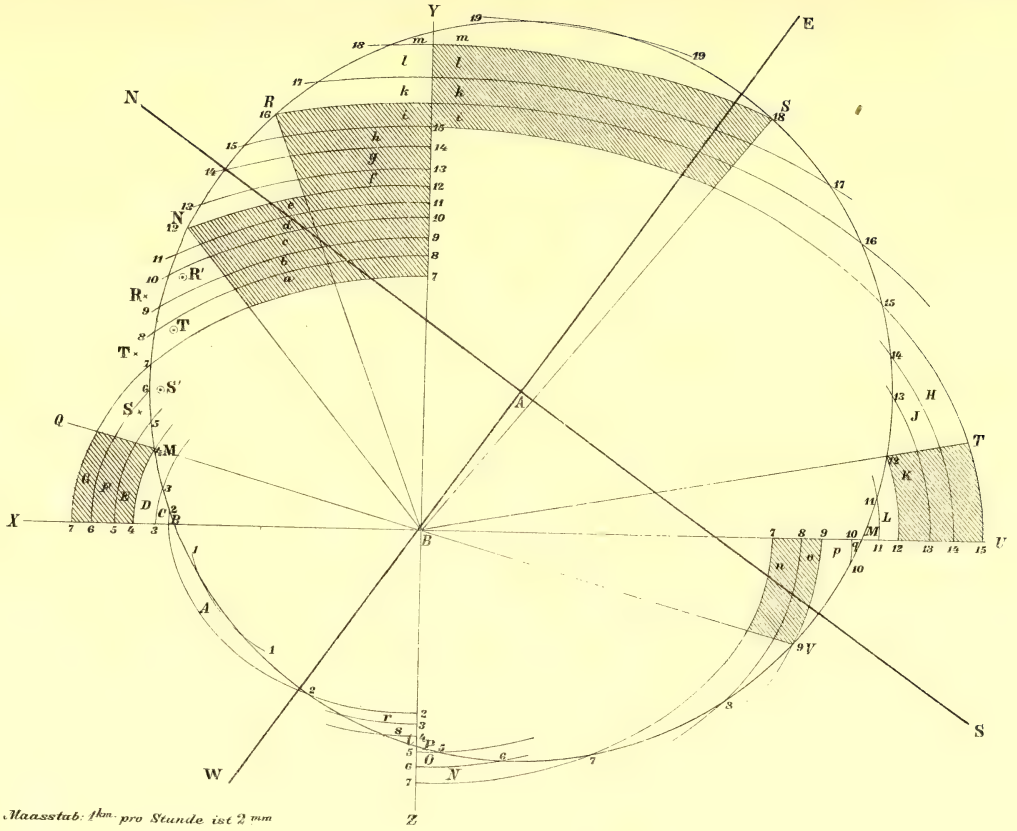


Maasstab: 1 km pro Stunde ist 3 mm

КАРТОГР. ЗАВ. А. ИЛЬИНА С.П.Б.

JANUAR 1882.

Fig. XII.



A S262
.S 82

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 11.

RECHERCHES

D'HISTOGÉNIE VÉGÉTALE.

Développement des Tissus dans les organes végétatifs des Cryptogames Vasculaires.

PAR

M. Georges Poirault.

(Avec 5 planches.)

(*Lu le 28 Avril 1887.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. 30 Kop. = 3 Mrk. 25 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 11.

RECHERCHES

D'HISTOGÉNIE VÉGÉTALE.

Développement des Tissus dans les organes végétatifs des Cryptogames Vasculaires.

PAR

M. Georges Poirault.

(Avec 5 planches.)

(*Lu le 28 Avril 1887.*)

LIBRARY OF CONGRESS
AUG 26 1891

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. 30 Kop. = 3 Mrk. 25 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Mai 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

TABLE ANALYTIQUE.

Introduction. Objet et division du travail. — Méthodes d'observation 1

CHAPITRE I.

La Racine.

A. Fougères et Marsilia. — B. Equisetum. — C. Azolla 4

CHAPITRE II.

La Tige.

1e Type. — Cellule terminale à deux faces. — Salvinia. — Azolla. — Marsilia 8
2e Type. — Cellule terminale tétraédrique. — Equisetum. — Fougères 12

CHAPITRE III.

La feuille.

Salvinia. — Azolla. — Marsilia. — Equisetum 14
Comparaison des résultats. — Résumé. 20
Explication des Planches. 23

Les travaux de M. M. Hofmeister et Nägeli nous ont appris que la racine, la tige et la feuille de la plupart des Cryptogames vasculaires s'édifient par les cloisonnements successifs d'une seule cellule occupant le sommet du membre. Cette cellule se divise d'abord en deux parties inégales.

La plus grande s'accroit jusqu'à ce qu'elle ait atteint le volume de la cellule primitive qui se trouve ainsi reformée; après quoi elle se divise de nouveau pour recommencer ensuite à s'accroître, le même phénomène se répétant régulièrement durant tout le cours de la période végétative. Les choses se passent donc comme si la cellule initiale restait toujours la même et quand on parle de *cellule mère*, de *cellule initiale*, il est évident que celle-ci n'est que la cellule fille de la cellule initiale précédente.

La plus petite n'est qu'un fragment, ou comme on dit un *segment* découpé sur le côté de la cellule initiale. Ce segment qui a la forme d'un demi-disque ou d'un secteur cylindrique se dédouble à son tour en deux cellules qui se diviseront ensuite elles-mêmes et ces bipartitions répétées transformeront le segment en un massif de cellules à parois minces, à protoplasma très actif, au dépens desquelles se constitueront les différents tissus du membre. Ce sera le *méristème primitif*.

Ainsi la tige, la racine, ou la feuille se trouvent formées par des éléments primitivement semblables empilés les uns sur les autres en deux ou trois séries verticales selon la forme de la cellule mère.

Tantôt en effet cette cellule se divise par une cloison oblique à l'axe de croissance et dirigée alternativement dans *deux directions* opposées, de façon à produire deux séries de segments engrenés en zigzags. C'est ce qu'on observe dans les tiges de *l'Azolla* et du *Salvinia* et dans toutes les feuilles des Fougères.

Ailleurs la cellule initiale se divise suivant *trois directions*. Dans la tige des *Equisetum* par exemple cette cellule a la forme d'un segment de sphère ou d'un tétraèdre à base convexe tournée vers la sommet de le tige. Cette cellule détache tour à tour parallèlement

à chacune de ses faces planes des segments qui par leur empilement en trois séries constitueront le corps de la tige.

Enfin dans les racines de la plupart des Cryptogames vasculaires les cloisonnements de la cellule initiale atteignent leur maximum de complication. — Une pareille cellule a la même forme que dans le cas précédent seulement après trois divisions parallèles aux faces planes il s'en fait encore normalement une quatrième parallèle à la face convexe et les segments ainsi détachés seront l'origine de la *coiffe*. Nous voyons ici les cloisonnements s'effectuer suivant *quatre directions*; la cellule initiale n'est plus terminale comme dans les deux premiers cas où elle était toujours extérieure au méristème qu'elle produisait; elle est de tous côtés entourée par ce méristème.

L'analogie de ces procédés d'édification des différents membres de la plante dans les Cryptogames vasculaires devait engager à comparer la marche des cloisonnements dans les segments détachés de la cellule initiale. On devait se demander si chaque segment découpé dans une cellule bifaciale possédait un mode de cloisonnement particulier, et en quoi ce cloisonnement différait de celui d'un segment de cellule tétraèdrique; si étant donné le cas où la tige et la feuille sont pourvues d'une cellule bifaciale, il y avait une différence dans le mode de cloisonnement et quelle elle était. La même question se posait pour le cas où la racine et la tige croissent toutes les deux par une cellule tétraèdrique.

C'est en réponse à ces différentes questions que j'ai entrepris ce travail. Les mémoires de M. M. Cramer[1]) et Reess[2]) sur le développement de la tige de *l'Equisetum*, ceux de M. Pringsheim[3]) sur le *Salvinia natans*, de M. Haustein[4]) sur le Marsilia, de M. Strassburger[5]) sur *l'Azolla*, de M. Kny[6]) sur le *Ceratopteris*, de M. M. Nägeli et Leitgeb[7]) sur le développement de la racine des Cryptogames vasculaires me fournissaient beaucoup d'éléments pour cette comparaison essayée par M. de Bary dans les premières pages de son *Traité d'anatomie comparée*[8]). La question de *la direction des premiers cloisonnements* me paraissait assez importante pour être examinée de près. Les recherches précédentes nous amenaient à conclure que dans le *Salvinia* et *l'Azolla* par exemple les premiers cloisonnements du segment présentaient des différences notables. M. Pringsheim déclarait que la première cloison était transversale dans le Salvinia tandisque M. Strassburger trouvait dans *l'Azolla* une première cloison longitudinale. J'ai voulu m'assurer d'une façon positive de la direction des premiers cloisonnements en général et de la première cloison en particulier. Le second point que je me proposais d'examiner était relatif à *l'origine des tissus*. Il me

1) Ueber Equisetum in Nägeli u. Cramer Pflanzenphysiol. Unters. 3. Heft, p. 21.

2) Reess — Entwickelungsgeschichte der Stammspitze von *Equisetum* (Jahrb. f. wiss. Bot. 1867. VI. 209).

3) Pringsheim — Zur Morphologie der *Salvinia natans* (Jahrb. f. wiss. Bot. III. 1863).

4) Haustein — Befruchtung und Entwickelung der Gattung *Marsilia* (Jahrb. f. wiss. Bot. IV. 1865).

5) Strassburger — Ueber Azolla. Jena 1873.

6) Kny — Entwickel. der Parkeriaceen (Abhandl. der Kön. Leop. Acad. (1875), T. 37.

7) Nägeli und Leitgeb — Beiträge zur wiss. Botanik. IV. Heft. 1868, p. 73.

8) de Bary — Vergl. Anatomie, p. 18. — Van Tieghem traité de Botanique, p. 614.

paraissait intéressant de comparer dans les différents membres d'une même plante le mode d'individualisation des cellules qui par leurs cloisonnements ultérieurs donneront naissance aux tissus définitifs et pour cela je n'avais qu'à suivre le développement de segments un peu plus âgés.

Peu de questions ont été l'objet de discussions plus vives, de travaux plus minutieux que celle de l'origine des tissus. Dans le cas qui nous occupe y avait-il une cellule initiale pour chaque région anatomique de la tige, de la racine et de la feuille ou bien le même tissu pouvait il-provenir de deux groupes originairement distincts? D'un autre côté cette division cellulaire s'effectuait-elle suivant des lois parfaitement fixes ou bien comme on a tendance à le croire aujourd'hui n'y avait-il que peu d'importance à attacher à un cloisonnement très variable dans sa marche? En admettant même qu'il y ait à un certain moment des variations assez grandes dans le cloisonnement, n'y avait-il pas quelques stades fixes? C'est ce que je me suis proposé de rechercher: et les résultats obtenus ont été contrôlés assez souvent; ils se relient entre eux — surtout en ce qui concerne le cas du développement par une cellule initiale à deux faces — par des liens assez étroits, pour que je croie pouvoir en affirmer la généralité.

Sans doute comme je viens de le dire cette étude n'avait pour objet que les premiers développements; si dans quelques cas je l'ai poussée jusqu'à un stade assez avancé c'est que j'avais l'occasion de compléter certaines observations antérieures; ainsi ce travail devient en réalité une Monographie anatomique et histogénique de quelques Cryptogames vasculaires et se relie au beau mémoire de M. Russow[1]).

Chaque segment détaché de la cellule terminale d'une tige donne naissance à une partie de la tige et aussi dans la plupart des cas à une feuille — je ne me suis occupé dans ce mémoire que de l'étude des premiers cloisonnements et de l'origine des tissus laissant de côté la relation des feuilles avec les segments, qui est une question absolument différente.

Le présent mémoire comprend mes observations sur les Hydropteridées (*Salvinia*, *Azolla*, *Marsilia*) les Equisetacées et en ce qui concerne la racine les Fougères. Le manque de matériaux appropriés m'a empêché jusqu'ici de faire sur la tige et la feuille des fougères des recherches aussi complètes que je les aurais désirées — j'espère pouvoir prochainement combler cette lacune.

Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de l'université de St.-Pétersbourg où j'ai trouvé près de M. le Professeur A. Famintzin un si sympathique accueil. Je prie ce savant botaniste d'agréer l'expression de ma vive reconnaissance pour ses précieux conseils et pour l'intérêt si bienveillant qu'il m'a témoigné — je suis heureux de pouvoir également remercier M. Krutitzki, assistant au laboratoire.

Je ne présenterai pas d'historique d'ensemble de la question qui nous occupe; c'est à ma connaissance la première fois qu'elle est posée dans toute sa généralité. A propos de

1) Russow — Vergleich. Untersuch. betreffend die Histiologie der Leitbündel-Kryptogamen (Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg. 1872).

chacune des plantes dont nous étudierons le développement je résumerai les travaux antérieurs avant d'exposer mes résultats personnels.

Je rappelerai ici certains détails techniques qui m'ont été d'un grand secours dans le cours de ces recherches. Toutes les fois que les conditions l'ont permis j'ai étudié des coupes longitudinales et transversales: dans les autres cas j'ai eu recours à des extrémités de racines de tiges ou à de jeunes feuilles rendues transparentes par des procédés chimiques au nombre desquels le suivant m'a donné les meilleurs résultats. On coupe l'extrémité en voie de croissance à une certaine distance du point végétatif et après l'avoir laissée un certain temps dans l'alcool on l'abandonne pendant 12 ou 14 heures dans une dissolution de potasse au $^1/_{10}$. On lave à l'eau distillée et on laisse séjourner plusieurs heures dans l'acide acétique glacial. La préparation est alors devenue tout à fait transparente. On lave à l'eau pour enlever toute trace d'acide acétique et on monte dans la glycérine étendue. Si le lavage à l'eau n'a pas été suffisant les préparations deviennent brunes alors que dans le cas contraire elles conservent leur transparence. Il faut avoir soin d'interposer entre la lame et le couvre-objet de petites cales de verre qui empêcheront l'écrasement de la préparation et permettront en déplaçant le couvre-objet de la faire rouler et de l'étudier sous toutes les faces. S'il s'agit d'une tige *(Salvinia, Azolla, Marsilia)* on devra séparer le sommet sous le microscope à dissection et enlever les jeunes feuilles qui le recouvrent. Dans ces derniers cas l'acide acétique seul ou l'hypochlorite de chaux m'ont donné de bons résultats: toutefois à ces méthodes plus rapides je préfère la première. Si l'objet était trop transparent on ajouterait avec succès de l'alun ou de l'alcool comme le recommande en pareil cas M. Strassburger.

CHAPITRE I.

La Racine.

M. M. Nägeli et Leitgeb dans leur mémoire classique[1]) ont établi que dans les plantes qui nous occupent la cellule mère de la racine a la forme d'un tétraèdre à base convexe. Cette cellule détache parallèlement à ses faces planes des segments qui formeront le corps de la racine. J'ai rappelé plus haut comment se formait la coiffe. On sait que chaque calotte se divise tout d'abord par deux cloisons axiales rectangulaires en 4 cellules disposées en croix, que dans deux calottes successives les croix alternent à 45° et que dans chaque quadrant apparait bientôt une *cloison courbe*. Il suffit de comparer le

1) l. c., p. 74.

développement de la coiffe de *l'Equisetum hyemale* figuré par M. Nägeli (l. c., Pl. XII, fig. 5) avec le développement de la tige du *Salvinia natans* que je figure ici même Pl. II, fig. 9, ou de *l'Azolla* (Pl. V, fig. 42) pour être frappé de l'analogie du développement dans les deux cas. La coiffe est un méristème qui n'a qu'une valeur physiologique, et qui ne subira jamais de transformations. Elle suit dans son développement les lois générales de formations des méristèmes dépendant manifestement, comme tout ce travail le démontrera, de la forme de la cellule au dépens de laquelle ce méristème ce constitue et non du tissu qu'il s'agit de produire.

Le segment détaché de la cellule initiale parallèlement aux faces planes a la forme d'une table triangulaire et vu d'en haut occupe le tiers de la section transversale optique; d'abord oblique sur l'axe de la racine la prédominance de croissance dans la région centrale l'amène bientôt à se placer transversalement.

1°) Ce segment se divise par une *cloison courbe* en deux cellules inégales dont l'une *(cellule quadrangulaire)* va jusqu'au centre de la section tandisque l'autre (cellule triangulaire) n'y atteint pas (fig. 18bis et 18ter 0,0). Cette cloison est la *Sextantenwand* de M. Nägeli, la cloison radiale de M. de Bary et de M. Van Tieghem[1]).

2°) Chacune des cellules ainsi formées se divise en deux par une *cloison parallèle à la surface.* Nous avons alors sur la section transversale douze cellules: 6 externes et 6 internes; d'après M. Nägeli les premières donneraient l'écorce et l'assise pilifère, les secondes le cylindre central. Dans les racines que j'ai examinées j'ai toujours vu que les cellules externes donnaient naissance à l'assise pilifère et à l'assise subéreuse, les cellules internes représentant l'initiale non encore divisée de l'écorce interne et du cylindre central — cette seconde cloison parallèle à la surface sera pour nous la *cloison corticale.* Elle est marquée 1 sur les fig. 1, 2, 3. Pl. I.

3°) C'est alors que la grande cellule interne se divise de nouveau[2]) et que le segment nous apparait partagé en 3 initiales: l'externe pour l'assise pilifère et de l'assise subéreuse, la moyenne pour la zone corticale interne, l'interne pour le cylindre central.

Nous appellerons cette cloison (Cambiumwand de M. Nägeli) *cloison pericyclique.* Ainsi — et voilà la différence la plus notable entre mes observations et celle de M. Nägeli: je n'ai jamais vu le segment divisé d'abord en deux initiales l'une pour l'écorce l'autre pour le cylindre central — à partir de ce stade l'ordre précis du cloisonnement ne me parait pouvoir être fixé avec certitude: l'initiale externe se dédouble de très bonne heure et les cloisonnements s'effectuent rapidement dans la cellule moyenne et dans l'initiale du cylindre central. Suivons le développement de la cellule moyenne. D'après M. Nägeli elle se diviserait en deux autres: l'une, dont le cloisonnement centrifuge produirait la zone externe, l'autre donnant naissance par un cloisonnement centripète à la zone interne et finalement à

1) Traité de Botanique, p. 700. Je ne conserve pas cette dénomination car, cette cloison est manifestement courbe et son caractère est précisément de ne pas passer par le centre.

2) Par la cloison marquée 2 sur les fig. 1, 2, 3, Pl. I.

l'endoderme. Les fig. 3 et 7, Pl. XV, du mémoire précédemment cité confirment cette manière de voir exacte sans doute pour les racines épaisses, mais qui n'est certainement qu'une exception rare pour les racines plus grêles. Dans les cas que j'ai examinés (*Blechnum brasiliense*, *Aspidium violacens* etc.) la cellule moyenne se divise en deux parties très inégales, l'interne plus petite qui ne se dédoublera plus est *l'endoderme*; la plus grande qui par deux ou trois dédoublements donnera l'écorce interne. Dans certains cas les cellules rhizogènes se développent dans l'endoderme très près du sommet. La fig. 5 montre leur formation dans le *Marsilia*. On voit le XI segment déjà divisé par une cloison transversale en deux étages superposés. Dans l'endoderme les divisions sont beaucoup plus rapides que dans le tissu adjacent et quelques cellules se font bientôt remarquer par leur grosseur; ce sont les cellules rhizogènes alternant avec les cellules stériles. En même temps que l'endoderme s'individualise d'un côté de la cloison pericyclique, le pericycle se montre de l'autre côté; ces deux couches prendront des cloisons radiales et croîtront si également d'abord que à voir une coupe transversale de la racine au début de la formation des faisceaux ligneux primaires ou un peu avant on croirait que pericycle et endoderme proviennent du dédoublement d'une seule cellule. On sait que très souvent les cellules du pericycle se dédoublent par une cloison tangentielle.

Ainsi tout d'abord le cylindre central détache une assise externe qui est le péricycle. Tout le reste du cylindre central sera formé par la partie interne des segments située en dedans de cette couche (Pl. III, fig. 18bis). L'examen seul de cette figure empruntée à M. Nägeli, car mes observations concordent absolument avec les siennes, rend compte du mécanisme de cette formation. Les cellules quadrangulaires et les cellules triangulaires ont un mode de division différent; on voit que dans le segment en haut à gauche la cloison 4 détache dans la cellule quadrangulaire une petite cellule centrale qui formera une partie de la moelle; puis qu'une cloison radiale 5 divise la cellule externe en deux qui chacune de leur côté se comporteront comme la cellule primitive et donneront une petite cellule intérieure et deux cellules externes, etc. C'est ainsi que se constitue une partie du méristème origine des faisceaux libériens et ligneux et du parenchyme interposé. Les cellules triangulaires formeront le reste de ce méristème par un cloisonnement différent. Comme une cellule terminale à deux faces elles prendront deux séries de segments alternes dans lesquels les divisions secondaires seront très actives. Ainsi la moelle se trouvera entourée par un anneau de méristème formé de 6 parties distinctes obtenues par deux procédés différents. Ce méristème se transforme peu à peu en tissu définitif donnant d'abord les faisceaux libériens, puis les faisceaux ligneux, mais il est impossible d'assigner une origine fixe à un groupe ou à l'autre. La racine des Fougères est toujours formée par trois séries de segments et le nombre des faisceaux qui s'y développe est des plus variables comme l'a montré M. Van Tieghem.

On sait que dans les Prêles le développement de la racine offre de notables différences. Ici la *première* cloison *sépare l'écorce du cylindre central*; la *seconde* n'a pas la

même valeur que notre cloison corticale elle détache *l'assise pilifère.* Dans le IVe segment (fig. 6, Pl. I) les trois initiales sont bien distinctes: assise pilifère, écorce et cylindre central. Là vraiment l'endoderme est le dernier terme d'un cloisonnement centripète et se dédouble comme on sait très près du sommet. Quant au cylindre central son développement s'effectue suivant la même loi que précédemment: mais il y a ici une différence essentielle, l'absence de formation de pericycle. Les cellules centrales se segmentent comme la fig. 18ter le représente pour donner naissance aux faisceaux comme précédement. On ne peut donc pas dire d'une façon absolue que le système conducteur ait ici une toute autre valeur que chez les Fougères et à plus forte raison qu'il derive du péricycle puisque cette couche ne s'est jamais formée. C'est à la place que devrait occuper le péricycle que se produit les premier vaisseau. On pourrait donc à la rigueur considérer celui-ci comme d'origine pericyclique mais tous les autres ont manifestement la même origine que dans les Fougères à l'exception du gros vaisseau central produit par la moelle.

La racine de *l'Azolla filiculoides* étudiée par M. Strassburger[1]) présente une différence assez notable.

1°) La première cloison n'est pas une cloison courbe mais bien une *cloison corticale* (Rindenwand) analogue de celle que nous avons rencontrée dans les Fougères et les Marsiliacées. Cette cloison atteint presque le milieu du segment. La cellule externe ainsi formée ne se divisera qu'une fois pour donner naissance à l'assise pilifère, et l'écorce externe ne sera représentée que par une couche de grosses cellules pourvues de chlorophylle (Strassburger l. c. Pl. IV, fig. 66).

2°) La seconde cloison est une *cloison courbe* comme dans les cas précédents mais cette cloison n'entaillera pas tout le segment et s'arrêtera à la cloison corticale. En section transversale nous aurons alors comme M. Strassburger l'a figuré (l. c., fig. 61), 6 cellules centrales provenant de la bipartition du segment par la cloison courbe et 9 cellules periphériques provenant de la tripartition de la bande détachée dans chaque segment par la cloison 1. Le nombre de ces cellules n'augmentera pas; les cellules grossiront beaucoup, mais il ne s'y fera jamais de divisions radiales.

3°) Les 6 cellules centrales se divisent encore une fois par une cloison marquée 2, fig. 5 pour donner l'écorce interne d'un côté et le cylindre central de l'autre. Une seconde division isolera l'endoderme.

Ainsi le mode de développement de *l'Azolla*, à part la place de la cloison courbe, est moins différent de celui des autres racines que pouvait le croire M. Strassburger. Le fait que j'ai voulu mettre en lumière est qu'il *n'y a jamais — sauf pour l'Equisetum — division primordiale du segment en deux initiales l'une pour l'écorce l'autre pour le cylindre central* et que la première cloison parallèle à la surface isolera toujours l'écorce externe[2]).

---

1) Strassbürger. Ueber Azolla, p. 47.

2) Voir le dernier chapitre.

CHAPITRE II.

La Tige.

1°) *La Tige croit par une cellule bifaciale.*

A. *Salvinia.*

Je rappellerai d'abord brièvement la structure de la tige[1]). On y distingue un faisceau libero-ligneux central entouré par une écorce lacuneuse, revêtue d'un épiderme pilifère. Cette écorce peut se diviser en deux parties: une externe constituée per 8 rayons cellulaires séparés par les lacunes, une interne qui comprend:

α) une couche de grandes cellules dont les parois sont fortement épaissies;

β) un endoderme entomant immédiatement le faisceau. Certaines cellules de cet endoderme restent simples, d'autres se divisent, mais dans ce cas la couche externe est seule pourvue de taches de Caspary.

Le faisceau libero-ligneux est constitué par 7—8 tracheides disposées en croissant au centre duquel se trouvent des éléments plus longs que ceux des extrémités. Ces tracheides sont spiralées ou annelées, leurs membranes fort délicates et leurs épaississements à peine visibles. Le *Salvinia* nous offre le type le plus avancé de dégradation des éléments ligneux dans une plante aquatique, avec prédominance du tissu criblé, mêlé sans ordre au parenchyme qui entoure le faisceau: M. de Janczewski a montré que ces tubes criblés avec leurs globules brillants sont tout à fait analogues de ceux des autres Cryptogames Vasculaires.

Développement. Dans la partie terminale la tige du Salvinia n'est pas droite mais légerement courbée vers le haut par suite d'une prédominance de croissance sur sa face inférieure. Dans la description qui va suivre je supposerai la tige placée dans sa position naturelle c'est à dire couchée; *la face supérieure* est celle qui porte les feuilles aériennes; la *face inférieure* celle qui porte les feuilles submergées.

1°) D'après M. Pringsheim le segment détaché de la cellule mère se diviserait d'abord par une cloison transversale en deux cellules, l'une antérieure, l'autre postérieure. J'ai toujours vu que le première cloison était *longitudinale radiale* (Pl. II, fig. 8, 9, 10) et par conséquent divisait la segment en une cellule supérieure et une cellule inférieure.

2°) La seconde cloison est celle que M. Pringsheim désigne comme la première; elle divise le segment en une partie antérieure toujours plus grande et une partie postérieure plus petite (Pl. II, fig. 7).

---

1) Voir Janczewski, Ann. des sc. nat. 6me Série, T. XIV, p. 78. Potonié. Jahrb. d. Kgl. botan. Gartens und bot. Museums zu Berlin. 1883. II.

3°) Examinée au niveau du troisième segment en section transversale optique la tige présentera donc 4 cellules disposées en croix. Chacune d'elles se divisera d'abord par une cloison courbe (3) dont l'apparition est presque simultanée dans les deux parties d'un même segment (fig. 9).

4°) Bientôt on voit s'isoler au centre 4 cellules (fig. 10) qui forment la partie interne du cylindre central.

Si on examine la série des fig. 9, 10, 11, on verra très nettement que la moitié supérieure du segment se développe plus que la moitié inférieure. Dès la première division la symétrie bilatérale de la tige se trouve indiquée; et nous la voyons s'accentuer aux stades ultérieurs.

5°) Les cellules périphériques (Pl. II, fig. 9) se divisent bientôt pour donner l'épiderme à l'extérieur et à l'intérieur l'initiale commune de l'écorce et du système conducteur.

6°) D'ailleurs cette initiale ne tarde pas à se diviser elle-même en donnant extérieurement l'écorce externe et intérieurement l'initiale de l'écorce interne (qui se dédoublera plus tard pour donner les grosses cellules, S, dans la figure 13, et l'endoderme) — et une initiale qui par un cloisonnement répété en direction centripète et radiale formera un méristème aux dépens duquel la plus grande partie du faisceau se constituera. Il est extrêmement difficile de préciser l'ordre d'apparition des différents éléments anatomiques; ce qui est certain c'est que des premiers différenciés se trouvent des cellules à membranes épaisses et brillantes comme celles qui caractérisent le liber primaire de la tige de *l'Equisetum*. Ainsi on voit que le cylindre central doit son origine à deux groupes de cellules, l'un interne différencié de très bonne heure, l'autre externe, méristème centripète formé ultérieurement. Ici la distinction en écorce et cylindre central n'est possible qu'à un stade assez avancé. Remarquons en outre que dès le stade 5 chacun des 8 rayons de la plante adulte est indiqué et que le développement propre de chacun de ces octants peut être suivi pendant très longtemps. Les divisions radiales qui se montrent aux stades 7, 8, et suivants n'intéressent que le cylindre central et l'écorce interne et c'est plus tard seulement que les lacunes de l'écorce externe prennent l'accroissement considérable qu'elles atteindront dans la plante adulte.

Azolla.

M. Strassburger a montré que la tige de *l'Azolla* se composait d'un faisceau libero-ligneux central entouré par une écorce revêtue d'un épiderme. L'écorce est beaucoup plus simple que dans le *Salvinia*; la zone externe est réduite à une couche de cellules rarement dédoublée, et l'écorce interne dédoublée se termine intérieurement par un endoderme dépourvu de taches de Caspary.

Le faisceau libero-ligneux est composé de vaisseaux spiralés de diamètres variables entourés d'une gaîne de cellules parenchymateuses allongées.

Suivons le développement de la tige.

La courbure de la région terminale que nous avions signalée dans le *Salvinia* s'accentu

ici et rend très difficile l'étude des premiers cloisonnements. On ne peut réussir à les observer qu'en coupant la tige très près du sommet au 5°- ou 7°- segment par exemple et en déplaçant cette préparation comme je l'ai dit plus haut. Ajoutons que les dimensions de la cellule terminale et des premiers segments sont beaucoup moindres que dans le *Salvinia*.

1°) Chaque segment se divise par une cloison *longitudinale radiale* (Quadratwand de M. Strassburger) en deux parties superposées (1. fig. 42, Pl. V). Ici encore les deux parties ne sont pas égales; la cellule supérieure est sensiblement plus grande que la cellule inférieure.

2°) La seconde cloison divise le segment en une partie antérieure plus grande et une postérieure plus petite. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par M. Strassburger. Où je ne suis plus tout à fait d'accord avec ce botaniste, c'est en ce qui concerne les autres cloisonnements.

3°) D'après lui la cloison suivante serait une cloison courbe (*Octantwand*); ceci est exact mais d'après M. Strassburger (loc. cit., p. 19) cette cloison partirait de l'angle antero-interne du segment et descendrait directement au sommet de l'angle postero-interne. Une section longitudinale optique passant par la cloison 1 nous montrerait donc dans l'angle interne de chaque segment un triangle sensiblement isocèle — les côtés seraient l'intersection des faces internes du segment avec le plan 1, la base l'intersection du plan 1 avec la cloison courbe. Dans deux segments successifs ces triangles se toucheraient par leurs côtés égaux, de sorte que la jeune tige vue sur une certaine longueur en section optique nous montrerait dans sa région axile une ligne en zigzags (ligne de séparation des segments), comprise entre deux lignes parallèles, c'est effectivement ce que dessine M. Strassburger. J'ai dit plus haut que la courbure très prononcée de la tige ne permettait pas de donner un dessin exact pour un aussi grand nombre de segments que le figure le savant professeur d'Jena et c'est là vraisemblablement la cause de son erreur. Cette cloison est identique à la cloison courbe du Salvinia[1]).

4°) Peu après se forme une double cloison (*Gefässwand* de M. Strassburger) située de part et d'autre de la cloison 1 et qui descendrait du bord antero-interne du segment à son bord postero-interne (Strassburger, Pl. I, fig. 26; la cloison 4,4). J'ai vu positivement que cette cloison à les mêmes relations que celle que nous avons appelée cloison centrale dans le *Salvinia*. Il n'y a donc pas de différences dans les premiers cloisonnements de ces deux plantes.

5°) La cloison 5 détache l'épiderme fig. 44 puis il se fait un méristème centripète donnant l'écorce à l'extérieur et le cylindre central à l'intérieur. En somme avec une réduction dans l'écorce, c'est le développement du *Salvinia* que nous retrouvons ici.

---

1) Ce résultat ne fait que confirmer celui déjà obtenu dans des recherches antérieures par M. le Professeur Famintzin qui a bien voulu me communiquer les dessins d'un travail inédit sur la position des bourgeons et des feuilles.

C. *Marsilia quadrifolia.*

Dès 1864 M. Hanstein à fait connaître le mode de développement du Marsilia[1]) mais ce travail remarquable ne nous fournit pas les renseignements dont nous avons besoin pour la comparaison que nous nous sommes proposée. Suivant M. Hanstein la cellule terminale embryonnaire de la tige serait bifaciale et donnerait deux séries de segments: les uns tournés vers le sol sur lequel la tige rampe, les autres opposés aux premiers formant la face aérienne et produisant les feuilles. Cette cellule se transformerait ensuite en cellule tétraèdrique donnant trois séries de segments, l'une pour la face inférieure, les deux autres pour la face supérieure. Je n'ai malheureusement pas pu étudier les plantules de germination et toutes mes recherches ont porté sur de jeunes bourgeons détachés de la plante adulte—dans ces conditions je n'ai jamais réussi à voir, au sommet végétatif de la tige, la cellule tétraèdrique décrite par M. Hanstein et j'y ai toujours trouvé une cellule bifaciale donnant, à droite et à gauche, deux séries de segments comme la cellule terminale du *Salvinia* et de *l'Azolla*; seulement cette cellule est moins allongée que celle de la tige du Salvinia; elle est beaucoup plus fortement convexe. Cette convexité ne semble pas avoir échappé à M. Hanstein car il dit, (p. 242): «La cellule terminale est *à peu près* tétraèdrique et les cloisons sont si fortement convexes que, vue d'en haut, elle parait presque sphérique. D'un autre côté la première division du segment est, comme nous le verrons tout à l'heure, *longitudinale radiale* et divise le segment en deux parties superposées[1]); il est donc facile de prendre pour un segment de cellule à 3 faces ce qui n'est que la moitié d'un segment de cellule bifaciale.

La fig. 15, Pl. II, dessinée à la chambre claire comme toutes les figures de ce travail rend bien compte de l'aspect de la cellule terminale, vue d'en haut, et explique la possibilité d'une erreur du genre de celle de M. Hanstein.

A mon très grand regret, je l'ai dit, il m'a été impossible d'étudier des plantules de germination et de suivre pas à pas la formation de la cellule mère bifaciale; toutefois le résultat que je viens d'énoncer relativement à la forme de la cellule terminale, cessera d'étonner si on réfléchit au fait suivant.

M. Pringsheim a montré que tant qu'elle est enfermée dans le prothalle la jeune tige du *Salvinia* croit par une cellule bifaciale donnant des segments alternativement *vers le haut* et *vers le bas*. Mais lorsque la jeune tige est sortie au dehors il s'opère dans la cellule terminale une rotation de 90°, et les deux séries de segments se forment désormais à droite et à gauche, comme nous l'avons vu plus haut. D'un autre côté, tout dans le développement du *Marsilia* rappelle celui du *Salvinia*; il me parait donc probable que nous sommes ici en présence du même phenomène—un changement dans l'orientation de la cellule initiale.

---

1) Ici comme dans le cas du Salvinia et de l'Azolla nous supposons la tige dans sa position naturelle c'est à dire couchée; la première cloison du segment sera donc horizontale ou un peu oblique à l'horizon comme dans les cas précédents.

Je résumerai maintenant mes observations sur le cloisonnement.

1) La première division est *longitudinale radiale* comme dans le *Salvinia* et *l'Azolla.*

2) La seconde partage le segment en une moitié antérieure et une postérieure; et, de même que dans les cas précédents, la première est plus grande que la seconde.

3) Puis la *cloison courbe* apparait suivie

4) de la *cloison médullaire.*

Maintenant je ne puis rien affirmer sur l'ordre d'apparition des cloisons ultérieures, l'observation étant ici beaucoup plus difficile que dans le *Salvinia* et *l'Azolla.* Ce qui est sûr c'est qu'à un certain moment la jeune tige présente l'aspect correspondant à celui de la figure 19. — Autour de la moelle primitive M nous avons un méristème en voie de cloisonnement actif donnant le cylindre central à l'intérieur, l'écorce à l'extérieur.

Pour la suite du développement je renverrai le lecteur au travail de M. Russow. La symétrie bilatérale de la tige, qui ressort si nettement des dessins de cet auteur, se fait sentir ici comme précédemment pour le Salvinia dès les premiers âges du développement.

2°) *La tige croit par une cellule tétraèdrique.*

A. *Equisetum arvense.* M. Hofmeister a trouvé parfois chez cette plante une cellule terminale à 4 faces donnant 4 rangées de segments et dans ce cas la tige portait 4 feuilles à chaque nœud; pour ma part j'ai examiné un nombre considérable de tiges dont les feuilles présentaient cette disposition, et j'ai toujours trouvé au point végétatif une cellule tétraèdrique donnant trois rangées de segments; l'examen des tiges souterraines ne m'a pas donné d'autre résultat.

Je ne puis que confirmer les recherches de M. M. Cramer, Sachs et Reess sur les premiers cloisonnements.

1°) Le segment se divise d'abord par *une cloison parallèle aux faces planes* en deux tables superposées et sensiblement égales.

2°) Chacune de ces moitiés se divise par une *cloison courbe* en deux sextants.

Ces deux premières cloisons sont tout à fait fixes. Maintenant d'après M. Reess et M. Sachs (Traité de Botanique trad. franc., p. 489), il s'effectuerait des divisions sans ordre bien déterminé et bientôt au centre s'individualiserait un groupe de cellules formant la *moelle.* Mes recherches ont porté sur des tiges assez grêles développées en serre au mois de Février, mais je dois dire que j'ai constamment trouvé le même mode de cloisonnement à savoir que:

3°) La troisième cloison formait aux dépens des cellules quadrangulaires les initiales de la *moelle.*

A partir de ce stade l'ordre précis est difficile à déterminer; d'une manière générale

on peut dire que le mode de division rappelle tout à fait celui de la racine; (comparer les fig. 18, 18bis 18ter). Dans le méristème ainsi constitué se différencient peu à peu les faisceaux à l'intérieur; l'écorce et l'épiderme à l'extérieur. A la partie externe de chaque cordon procambial devant donner naissance au faisceau, on voit apparaître de très bonne heure un groupe d'éléments libériens à parois épaisses, et un peu plus tard, à la pointe interne un groupe de vaisseaux annelés et spiralés, qui bientôt se dissocieront pour faire place à une lacune au bord de laquelle on verra parfois subsister un ou deux vaisseaux primaires. A mesure que cette dissociation s'opère on voit se former sur les flancs du groupe libérien primitif les vaisseaux scalariformes du bois secondaire à développement centripète. Entre l'endoderme et les premiers éléments libériens reste toujours une couche de cellules que nous pouvons considérer comme le péricycle (*Geleitzellen* de Russow) (fig. 20 et 21, Pl. III).

A ce propos je dirai qu'il ne me semble pas qu'on puisse admettre que tout le système conducteur dérive ici du péricycle; rien ne justifie cette manière de voir, non plus que l'assimilation du développement de ces faisceaux au développement des faisceaux secondaires des Chénopodiacées, Nyctaginées etc.[1]). Chez ces plantes on voit à un certain moment une rangée de cellules du péricycle se cloisonner et donner un méristème où se formeront de nouveaux faisceaux libero-ligneux[2]). Mais ici rien de semblable ne se produit. Dans la racine des Fougères quand la cloison péricyclique s'est formée, on voit apparaître en dedans une seconde cloison qui détache l'assise periphérique du cylindre central. Cette couche ne prendra guère que des cloisons radiales; à peine si, ça et là, quelques unes de ses cellules se diviseront encore tangentiellement. Dans la racine des Prêles, nous l'avons vu, l'isolement de cette couche au pourtour du cylindre central n'a pas lieu. Il en est de même dans la tige; seulement, tandis que dans la racine le premier vaisseau se forme immédiatement contre l'endoderme, il reste toujours dans la tige à la périphérie au cylindre central une rangée de cellules qui ne prend pas part à la constitution du faisceau procambial; dans certains cas il est vrai cette couche peut former un vaisseau scalariforme, mais c'est l'exception, aussi bien chez *l'Equisetum arvense* que chez les autres espèces[3]). Nous avons ici, comme dans la racine des Fougères, une couche séparant l'endoderme des premiers éléments libériens. Dans les deux cas cette couche est formée d'une manière différente: dans la racine elle produit les radicelles, ce qui n'arrive pas dans la tige où il n'y a d'autres racines que celles des bourgeons adventifs. Dans la racine des Fougères il y a pour le péricycle une initiale bien nette. Ici il n'y en a pas; à aucun stade la couche de cellules séparant l'endoderme des premiers vaisseaux ne devient génératrice; je ne vois donc pas pourquoi on assignerait au système conducteur une origine péricyclique. Pour le développement de l'écorce et les particularités de structure, je renverrai le lecteur au mémoire de M. Russow.

1) Van Tieghem — Traité de Botanique, p. 759.
2) Morot — Recherches sur le péricycle. Ann. des sc. nat. 6e Série, T. 20.
3) Pfitzer — Die Schutzeide der deutschen Equisetaceen. Pringsheim's Jahrbücher. T. VI.

Je regrette vivement de n'avoir pas eu à ma disposition de matériaux convenables pour l'étude du développement de la tige des Fougères. M. Kny qui a examiné le *Ceratopteris* a démontré (l. c., p. 32) que dans cette plante la cellule mère de la tige est tétraèdrique. La première cloison serait verticale mais non radiale et diviserait le segment en deux cellules: une petite quadrangulaire et une grande triangulaire. La petite cellule se divise par une cloison en une cellule externe et une cellule interne. La cellule triangulaire se divise par une cloison horizontale en deux cellules inégales superposées. La plus grande devient l'initiale de la feuille. J'ai rappelé l'ordre de division du segment du *Ceratopteris*, pour que le lecteur frappé de l'uniformité des cloisonnements dans les tiges pourvues de cellule mère bifaciale, où nous avons toujours vu la première division du segment horizontale ne conclût pas de l'exemple de l'Equisetum, où la première cloison est aussi horizontale, qu'il en est ainsi dans tous les cas.

CHAPITRE III.

La feuille.

Je laisse de côté le mode de développement de la première feuille qui dans certains cas, tout au moins, diffère de celui des suivantes. Celles-ci croissent par une cellule bifaciale à grand axe antero-postérieur, et donnent deux séries de segments. Ces segments peuvent présenter deux modes de cloisonnement différents:

α) Ils se divisent par une cloison perpendiculaire à la surface de la feuille en une petite cellule interne et une grande externe. Celle-ci se divisera par une cloison parallèle aux faces principales du segment en deux cellules superposées, et chacune de ces moitiés se comportera comme la cellule primitive etc. La partie interne des segments se cloisonnera activement pour donner naissance aux faisceaux; la prédominance de croissance sur la face inférieure détermine l'enroulement en crosse si caractéristique des feuilles de Fougères.

Le mode de croissance que nous venons de décrire se continue très longtemps dans le limbe; dans le pétiole au contraire il est fort limité.

Comme exemple de ce mode d'accroissement, je citerai le *Ceratopteris thalictroides* étudié par M. Kny[1]), *l'Asplenium*, les *Osmunda* etc. et parmi les Hymenophyllacées, le *Trichomanes*.

1) Kny — Entwickelung der Parkeriaceen, p. 41.

Pour ma part je n'ai jamais eu occasion d'observer ce mode de développement et toutes les plantes que j'ai examinées se rapportent au type suivant.

β) Les segments détachés de la cellule terminale se comportent à leur tour comme une cellule terminale; c'est à dire qu'ils prennent des cloisons inclinées tantôt vers la face dorsale, tantôt vers la face ventrale. Le segment détaché de la cellule mère va donc à son tour nous offrir deux séries de segments, l'une dorsale, l'autre ventrale qui se diviseront pour donner naissance aux différents tissus, et dans toutes les plantes qui font l'objet de ce travail nous verrons ce développement s'effectuer avec une uniformité frappante.

1. *Salvinia.*

M. Pringsheim a indiqué le mode de développement de la feuille, mais à ma connaissance c'est la première fois que ce développement sera décrit avec quelque détail.

La feuille croit par une cellule initiale donnant deux rangées de segments (fig. 28).

1°) La première cloison est légèrement courbe et normale aux faces parallèles du segment. Il ne faut pas la confondre avec la cloison courbe de la tige. Elle est l'homologue de la cloison radiale (fig. 24).

2°) La série des fig. 25, 26, 27 rend compte du développement sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans de longs détails à ce sujet. Les segments ainsi formés se diviseront par une cloison parallèle à la face externe en deux cellules. L'extérieure sera l'initiale de l'épiderme, l'intérieure celle du parenchyme (fig. 27). Les quatre premiers segments situés deux à deux de chaque côté de la ligne médiane méritent d'être étudiés avec quelque détail, car ce sont eux qui donneront naissance au faisceau. Pour cela chacun deux se divise par une cloison 0,0′ qui dans le segment intérieur va jusqu'à l'épiderme mais ne l'entame pas. La fig. 27 est fort instructive au point de vue du développement du système conducteur. On voit que le demi-segment externe après avoir formé l'épiderme *Ep* se divise en deux cellules par une cloison α. La cellule externe donnera le parenchyme lacuneux figuré ici au premier stade, la cellule interne donnera le quart du faisceau, le segment interne a un développement identique sauf qu'ici il ne se fait pas de parenchyme entre l'épiderme et le faisceau.

Quant à la feuille submergée elle croit elle aussi par une cellule à deux faces, et ressemble beaucoup dans ses premiers développements à une jeune tige. Je n'ai pas suivi l'ordre d'apparition des cloisons dans les segments; je note seulement la différence des premiers états avec ceux de la feuille aérienne.

Marsilia.

M. Hanstein (l. c., p. 245) a décrit le développement des feuilles du *Marsilia quadrifolia* du moins dans ses traits essentiels: le développement du Pétiole, le mode de formation des lames et aussi, mais d'une façon un peu vague, le mode de formation des tissus (p. 249);

---

1) Prantl — Untersuchungen zur Morphologie der Gefässkryptogamen — Hymenophyllaceen.

j'ai précisé l'ordre des cloisonnements du pétiole et du limbe et j'ai suivi l'évolution de la feuille jusqu'à son complet développement[1]).

Les feuilles du *Marsilia* alternent en deux rangées sur la face supérieure; chacune d'elles est comme chez *l'Azolla*, formée d'un demi-segment. Celles qui se développent dans la jeunesse sont simples mais celles qui se formeront plus tard portent 2, 3 ou 4 lobes. Dans certaines conditions, comme j'ai pu le vérifier, des feuilles simples ou doubles peuvent se montrer de nouveau au milieu des feuilles quadrilobées, comme au début du développement.

Sur un jeune bourgeon on ne peut confondre une cellule terminale de tige avec une cellule terminale de feuille: la première se distinguant toujours par sa forte convexité.

Les segments détachés de la cellule mère se comportent essentiellement comme les segments de la feuille du *Salvinia*; chacun d'eux fonctionnant comme une cellule terminale, donne une rangée de segments tournée vers la tige, l'autre tournée vers l'extérieur. Ces segments secondaires se cloisonnent à leur tour parallèlement à la face externe et donnent les initiales des différents tissus, l'epiderme, l'écorce et le système conducteur.

Examinons ce développement avec quelques détails.

1°) La première cloison du segment est identique à la *cloison radiale* de la feuille du *Salvinia* (fig. 29, 1).

2°—3°) Cette même figure 29 nous montre que de part et d'autre de la ligne mediane, M, la seconde cloison occupe la même place que dans la plante précedente, le segment se divise par une cloison équivalente de la cloison 0,0′ (fig. 26).

4°—5°) Puis l'épiderme, le parenchyme et l'initiale du faisceau sont formés.

Mais il y a ici une différence notable: dans le *Salvinia* la cellule marginale a déjà détachè plusieurs segments qui se sont eux-mêmes divisés alors que le développement du faisceau aux dépens des segments centraux n'a pas encore commencé. Ici au contraire, aussitôt formés, les 4 premiers segments commencent à se diviser, et la cellule marginale T ne détache un nouveau segment que lorsque la division des premiers est déjà fort avancée. De plus nous avons vu que dans le Salvinia les 4 premiers segments se divisaient à peu près de la même manière; ici au contraire la croissance et les divisions des deux segments externes seront beaucoup plus rapides, ce qui déterminera l'enroulement sur la face interne (supérieure) qui ne cessera que plus tard, lorsque les segments internes commenceront à croître à leur tour plus fortement.

Les fig. 31 et 32 permettent de suivre le développement avec facilité. On voit que chaque segment détaché de la cellule mère et fonctionnant à son tour comme cellule terminale, ne donne en tout que 4 segments: deux grands et deux petits; qu'alors la cellule marginale T se trouve condamnée pour ainsi dire par une cloison parallèle à la face externe donnant une initiale d'épiderme et une initiale de parenchyme. Quant à la formation du faisceau on voit très bien que dans le segment externe dédoublé par la cloison (3) ce sont

1) Pour ce dernier point je renverrai le lecteur au mémoire de M. Russow.

les cellules les plus rapprochées de la ligne médiane qui se dédoublent les premières — (fig. 30, 7) et que le cloisonnement est centrifuge: l'autre demi-segment a un sort analogue mais ne se dédouble qu'après.

Je ne poursuivrai pas plus loin ces détails: ce qu'il importe du reste c'est que du méristème ainsi formé se constitueront deux groupes libériens primaires et trois groupes de vaisseaux annelés et spiralés, et que la plus grande partie de ces tissus primaires est produite par les segments externes.

Plus tard les segments internes se cloisonnant activement formeront le groupe de trachéides scalariformes disposés en V (fig. 32) caractéristiques du pétiole adulte, à la pointe duquel on peut voir le groupe primaire très déduit. Les éléments ligneux ont disparu comme dans la tige de *l'Equisetum* pour faire place à une lacune, visible surtout dans les plantes qui se sont développées dans l'eau.

Tels sont les traits essentiels du développement du pétiole. Quant au limbe, sa formation a été suffisamment décrite par M. Hanstein pour que je n'en reprenne pas la description. Ici encore les cellules marginales se cloisonnent et dans les segments ainsi formés l'épiderme se détache tout d'abord, puis le parenchyme. Pour constituer les nervures du limbe les cellules internes des segments se divisent d'abord en 4 puis en 8 etc.; et le méristème ainsi constitué se différencie en éléments ligneux et éléments libériens enveloppés d'une gaîne de cellules tannifères.

Fougères.

J'ai étudié le développement des feuilles chez trois Fougères *Adianthum capillus Veneris*, *Aneimia* (sp.), *Aspidium violascens.* — Il offre beaucoup d'analogie avec celui des feuilles du *Marsilia*, comme on pourra le juger par l'inspection des fig. 36, 37, 38, 39. Les premiers segments secondaires détachés dans le segment initial se divisent de très bonne heure par une cloison longitudinale comme dans le *Marsilia* et le *Salvinia*. Les deux premiers segments internes se cloisonnent plusieurs fois en direction centripète et donnent un méristème qui formera la plus grande partie du faisceau qui se développe aux dépens des segments internes, mais il serait téméraire d'affirmer que tout le faisceau a cette origine.

Equisetum.

Dans toutes les plantes que nous avons examinées jusqu'ici la celulle mère de la feuille faisait de très bonne heure saillie au dehors et donnait deux séries de segments dont le développement pouvait être suivi avec assez de facilité.

Dans *l'Equisetum* il n'en est plus de même et la plus grande incertitude plane encore sur les premiers états. Ce qui est positif c'est qu'à un certain moment on voit autour de la tige ces feuilles réunies de façon à former une gaîne et que chaque dent de la gaîne se compose à l'origine de deux séries de segments, l'une interne l'autre externe. Ceci est très visible sur de bonnes coupes transversales ou sur des tiges entières éclaircies ou vues d'en haut. Dans ces dernières conditions ou sur de bonnes coupes longitudinales on voit la jeune

feuille se présenter sous l'aspect de la figure 22, pl. III. Mais il ne faut pas croire que cette éminence A B C D entre toute entière dans la constitution de la feuille: les deux couches A et B contribueront seules à cette formation: la couche supérieure A donnera naissance au faisceau, l'inférieure B donnera la base de la feuille et l'entre-noeud; C formera le noeud et D représente la cellule mère du bourgeon. M. Schwendener s'appuie sur ce fait de la correspondance des renflements primitifs avec des segments différents pour conclure que des parties de segments différents entrent dans la formation de la feuille et qu'il n'y a pas de relation fixe entre les segments et les feuilles qui en dérivent. D'une manière générale je tendrai à admettre ses vues sur la position des feuilles et leurs relations avec les segments, mais sa conclusion ne me paraît pas pouvoir être tirée de la figure 7 de son travail étant donné qu'il n'entre dans la feuille que *deux rangées* de cellules ce qui pour moi est absolument hors de doute. De ces deux couches qui constituent la feuille, la couche inférieure B (fig. 22) se fait remarquer de très bonne heure par la force de son accroissement; c'est celle qui dès le début constitue la plus grande partie de l'excroissance de la jeune feuille.

M. Reess (l. c. p. 225) avait bien vu ces différentes couches mais il s'était mépris, me semble-t-il, sur leur signification, d'après lui la couche B donnerait seule naissance à la feuille en prenant des cloisons à droite et à gauche. Nous venons de dire qu'à un certain stade la jeune feuille se montrait sous la forme d'une double rangée de segments, l'une externe, l'autre interne. On voit bientôt deux cellules de la rangée interne situées à peu près dans le plan de symétrie de la feuille se cloisonner et former un méristème au sein duquel apparaitront d'abord les éléments libériens puis les éléments ligneux: finalement ce faisceau s'entourera d'un endoderme. Les autres cellules de la rangée interne se diviseront une fois ou deux pour donner l'épiderme à l'extérieur et à l'intérieur une ou deux rangées de cellules de parenchyme. Quant aux segments externes ils se différencient de même en épiderme stomatifère à l'extérieur et cellules de parenchyme à l'intérieur. Peut-être cette couche fournit elle quelques cellules au faisceau (elle forme certainement l'endoderme du côté externe) mais la plus grande partie du système conducteur est fournie ici par la couche interne.

Je n'ai décrit que les faits positifs préférant laisser de côté tous ceux qui n'auraient pas été suffisamment vérifiés. Les botanistes qui se sont occupés des questions de développement reconnaitront la grande difficulté de ces recherches dans l'Equisetum et je n'ai éclairci que la plus simple des questions relative au développement de la feuille, l'origine du système conducteur. S'il y a ici une cellule terminale elle n'est que passagère et de très bonne heure ce mode d'accroissement terminal fait place à l'accroissement marginal. Il y aurait donc ici une accélération des phénomènes de développement puisque dans la feuille de toutes les fougères nous avons vu ces deux modes d'accroissement se succéder. Cette cellule terminale se segmenterait par des cloisons inclinées sur l'horizon tantôt dans un sens, tantôt dans un autre de façon à donner deux séries de segments: la série inférieure (dorsale) B dans la figure 22 prendrait

de très bonne heure un accroissement prépondérant et peu à peu les deux couches feraient ainsi saillie au dehors, et à ce stade nous nous retrouvons sur le terrain des faits positifs déjà mentionnés.

Azolla[1]).

Dans tous les *Azollas* les feuilles sont disposées sur la face dorsale en deux rangées alternes, mais, dans l'espèce qui nous occupe, chaque lame foliaire se dédouble de très bonne heure en deux lobes; l'un aquatique à la face ventrale, l'autre aérien, opposé au premier sur la face dorsale. Complètement développées, les deux lames présentent des différences que nous rappelerons rapidement.

Lame supérieure. Elle est constituée par un parenchyme palissadique et recouverte sur ses deux faces par un épiderme. A la face supérieure les cellules de cet épiderme sont aplaties; à la face inférieure, elles s'allongent en papilles, à la base de la lame foliaire, on observe une lacune qui n'est, en définitive, qu'une crypte épidermique dont quelques cellules s'allongent en poils et dont la concavité est remplie par le *Nostoc* qui accompagne toujours *l'Azolla*. A la sortie de la tige, le faisceau très simple destiné à la feuille se bifurque; l'une des ramifications se rend dans la lame supérieure et vient entourer la lacune; l'autre se rend dans la lame inférieure.

Lame inférieure.

Elle est beaucoup plus simple que la précédente. Le parenchyme palissadique est ici remplacé par un parenchyme lacuneux dont les cellules sont beaucoup moins riches en chlorophylle que celles de la lame supérieure. Le lacunes sont séparées les unes des autres par une seule couche de cellules dont quelques unes sont munies de stomates permettant le passage de l'air. Les cellules épidermiques, qui recouvrent les deux faces de la feuille, sont ici plus lâchement unies que dans le lobe supérieur et ne donnent pas naissance par leur invagination à la lacune dont il a été question précédemment. Le faisceau, réduit à quelques cellules spiralées entourées d'une gaîne de cellules dépourvues de chlorophylle, se dirige directement jusqu'au tiers supérieur de la feuille.

Développement. La cellule de la face dorsale qui doit donner naissance à la jeune feuille se fait remarquer de très bonne heure, dès le stade fig. 44. Cette cellule se divise d'abord en deux parties; l'une ventrale plus petite, l'autre dorsale plus grande; et la cloison, α, qui opère cette bipartition vient à peu près occuper la place de la cloison radiale (1) maintenant rejetée sur la face ventrale. J'insiste sur ce fait que la première cloison a dans la feuille la même direction que dans la tige. La cellule inférieure donnera le lobe aquatique, la cellule supérieure le lobe aérien. Ces cellules se bombent fortement, l'une vers la face inférieure, l'autre vers la face supérieure et les cloisonnements s'y succèdent très rapidement. Suivant M. Strassburger, avec lequel j'ai été tout à fait d'accord jusqu'ici, les deux lobes

1) Strassburger, l. c., p. 31.

n'auraient pas le même mode de développement[1]). — Dans la cellule mère de la lame inférieure, il y aurait alternance régulière de cloisons parallèles et perpendiculaires à la surface de la jeune lame; tandis que dans la celulle mère du lobe supérieur, il se formerait une cellule à deux faces ne donnant qu'un petit nombre de segments. L'accroissement terminal faisant place bientôt à l'accroissement terminal — j'avoue n'avoir pas trouvé cette différence et M. Strassburger ne me parait pas avoir vu exactement l'ordre des cloisonnements, car il dit, p. 39: «Zuerst zerfällt am rückenständigen Blattlappen jede Zelle in zwei *gleiche* Hälften: eine Innen- und eine Aussenhälfte. Vor jeder Aussenhälfte wird eine flache Zelle abgeschieden, welche die Epidermis der Aussenseite abgiebt, während die Innenhälfte in dem unteren Theile . . . . . .».

La figure qu'il donne et qui correspond à peu près à ma fig. 46 ne concorde pas avec cette description, car on voit que l'épiderme inférieur est individualisé le premier, et que l'épiderme supérieur se forme ensuite. On peut avoir cette illusion si on regarde une préparation mal orientée; mais, si on suit le développement dès le début, on voit très nettement que la feuille se développe essentiellement comme nous l'avons déjà vu souvent; que les deux séries de segments formés se divisent régulièrement; que des deux côtés l'épiderme a ses initiales bien distinctes; que l'initiale du parenchyme se divise une ou plusieurs fois selon les cas, et que tout (ou presque tout?) le faisceau se développe aux dépens des segments centraux comme nous le montrent les fig. 45 et 47. C'est là surtout ce que je voulais établir.

Nous résumerons maintenant les principaux résultats de ce travail:

1°) Dans la racine, la *première cloison* du segment est toujours une *cloison courbe*. La racine de *l'Azolla* fait exception à cette règle; dans cette plante, la première cloison est parallèle à la surface de la racine.

2°) Sauf dans le cas de *l'Equisetum*, je n'ai jamais vu le segment de la racine divisé à l'origine en deux initiales; l'une pour l'écorce, l'autre pour le cylindre central.

3°) J'ai toujours vu cette *seconde cloison* séparer l'initiale de l'écorce externe de l'initiale commune de l'écorce et du cylindre central.

4°) La *troisième cloison* que j'appelle *cloison péricyclique* sépare l'écorce interne du cylindre central. A ce stade nous avons donc les trois initiales distinctes; une pour le cylindre central, la seconde pour l'écorce interne, les troisième pour l'écorce externe et l'assise pilifère.

5°) L'assise pilifère est distincte de très bonne heure.

6°) Dans certains cas tout au moins l'endoderme peut n'être pas le dernier terme d'un cloisonnement centripète de l'écorce interne. On voit alors (*Blechnum brasiliense* etc.), tandis que le péricycle se détache d'un côté de la cloison pèricyclique, l'endoderme apparaître

1) Strassburger, l. c., p. 38.

de l'autre côté — quelquefois les cellules rhizogènes commencent à se développer dans l'endoderme à une très faible distance du sommet.

7°) Il est digne de remarque que dans la racine il n'y a tout d'abord que des cloisons verticales; les cloisons horizontales, qui dans le segment de tige se montrent de si bonne heure, sont ici d'apparition beaucoup plus tardive.

8°) Le *Marsilia* auquel on assignait une cellule terminale à trois faces croît par une cellule bifaciale comme la tige du *Salvinia* et de *l'Azolla*.

9°) Dans toutes ces tiges à croissance horizontale on observe une forte courbure à concavité supérieure.

10°) Le *Salvinia*, *l'Azolla* et le *Marsilia* présentent dans leur développement de trés grandes analogies.

11°) La première cloison du segment de cellule bifaciale est toujours longitudinale radiale; c'est à dire, étant donnée la position naturelle de la tige, à peu près horizontale.

12°) La seconde cloison est parallèle aux faces principales du segment.

13°) La troisième est une cloison courbe.

14°) Dans tous les cas, la quatrième cloison isole au centre de la jeune tige une cellule qui formera le quart de la moelle. Cette moelle peut subsister (*Marsilia*); quelquefois il s'y développe des vaisseaux (*Salvinia*, *Azolla*).

15°) L'épiderme est distinct de très bonne heure.

16°) Les cellules comprises entre l'epiderme et les cellules centrales se cloisonnent et forment un méristème produisant l'écorce à l'extérieur, le cylindre central à l'intérieur.

17°) Toutes ces plantes présentent une tendance très nette à la symétrie bilatérale; la face supérieure se développe beaucoup plus que la face inférieure, et cette inégalite est indiquée dès la première division du segment.

18°) Dans la tige de *l'Equisetum*, la première division est toujours parallèle aux faces principales du segment; la seconde est une cloison courbe (Sextantwand).

19°) Je n'ai jamais vu dans la tige de cette plante, le segment divisé à l'origine en deux initiales: l'une pour l'écorce, l'autre pour le cylindre central. Comme dans le cas d'une cellule terminale à deux faces, j'ai toujours vu d'abord apparaître au centre les cellules mères de la moelle.

20°) Je ne vois pas la raison d'assigner au système conducteur de la tige et de la racine de *l'Equisetum* une origine péricyclique analogue à celle des faisceaux des *Nyctaginées*. Les cordons procambiaux se forment au dépens d'un méristème, dans lequel il est impossible de reconnaître une limite entre le cylindre central et l'écorce. La notion de péricycle ne devient précise qu'autant que les notions de liber et d'endoderme le sont elles-mêmes. Pour déclarer que des faisceaux proviennent du péricycle, il faudrait: 1°) Pouvoir distinguer ce péricycle dans le méristème à des stades très jeunes. 2°) Pouvoir constater que cette couche est le siège de formations de méristème au dépens duquel les vaisseaux se constitueront, ce qui n'est le cas ni ici ni ailleurs pour les faisceaux primaires.

21°) Toutes les feuilles des plantes que j'ai examinées (sauf l'Equisetum?) croissent par une cellule terminale donnant deux séries de segments. La première division dans ce segment correspond à la première division du segment de tige à cellule bifaciale. Il se fait ensuite d'autres divisions; le segment prend des cloisons inclinées tantôt vers l'intérieur tantôt vers l'extérieur. Le segment primitif se trouve donc transformé en une double rangée de segments secondaires les uns internes les autres externes. D'ordinaire, la rangée externe s'accroît davantage, ce qui détermine l'enroulement de la feuille sur la face interne, enroulement qui cesse lorsque les segments internes viennent à s'accroître à leur tour.

23°) Ces segments se cloisonnent parallèlement à la surface de la feuille pour donner les différents tissus.

24°) L'épiderme a ses initiales très nettes détachées les premières.

25°) La limite entre le parenchyme et le système conducteur est nette dans quelques cas; dans d'autres, elle est beaucoup plus difficile à établir, et on ne saurait affirmer qu'il y ait toujours une initiale pour le parenchyme, une initiale pour le faisceau.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Toutes ces figures ont été dessinées à la chambre claire au grossissement de 300 fois. Les chiffres romains indiquent l'âge des segments, le plus jeune étant représenté par le chiffre I; les chiffres arabes indiquent l'ordre d'apparition des cloisons dans les segments.

Planche I. — Racine.

T. cellule terminale; E. endoderme; P. péricycle.

Fig. 1. *Blechnum brasiliense* Desv.

Dans le premier segment de gauche le noyau est divisé en deux parties inégales; dans le second segment de gauche les trois initiales sont très nettes, celle de l'écorce externe apparue la première s'est déjà dédoublée. De part et d'autre de la cloison péricyclique (3) apparaissent l'endoderme à l'extérieur, le péricycle à l'intérieur. L'endoderme a été ombré à gauche.

Fig. 2. *Marsilia quadrifolia.*

On voit très bien que la première division du segment est la cloison corticale et que le segment ne se dédouble pas à l'origine en deux initiales, l'une pour l'écorce, l'autre pour le cylindre central. L'endoderme et le péricycle se différencient presque simultanément de part et d'autre de la cloison péricyclique.

Fig. 3. et 4. *Marsilia quadrifolia.*

Formation de l'endoderme et individualisation des cellules rhizogènes.

Fig. 5. *Azolla caroliniana.*

Ici encore la première cloison ne sépare pas l'écorce du cylindre central, mais l'écorce externe de l'initiale commune de l'écorce interne et du cylindre central.

Fig. 6. *Equisetum arvense.*

La première cloison sépare l'écorce du cylindre central. L'endoderme E se forme moins près du sommet que dans le *Marsilia* et le *Blechnum*. Cette figure montre le dédoublement de l'assise rhizogène dans laquelle de différenciation des cellules mères des radicelles est très tardive.

N.B. Dans toutes ces figures on a marqué 1 la première cloison du segment visible sur les coupes longitudinales. Celle-ci est en réalité la seconde dans l'ordre d'apparition car elle est précédée par la cloison courbe non visible sur les figures 1, 2, 3 et 6.

Planche II. — Tige.

Fig. 7. *Salvinia natans.*

Sommet de la tige vu par sa face supérieure; M ligne de séparation des segments.

Fig. 8. La même vue de côté pour montrer la première cloison longitudinale radiale.

Fig. 9 et 10. *Salvinia natans*; tige — on voit l'apparition successive des cellules internes du faisceau, de l'épiderme et de l'initiale commune à l'écorce et à la partie périphérique du faisceau.

Fig. 11. *Salvinia natans.* Tige.

Début de la formation de l'écorce et du faisceau; les cellules centrales se sont divisées; en 1 début des lacunes de l'écorce externe. Les chiffres indiquent l'ordre d'apparation de cloisons.

Fig. 12 et 13. Suite du développement. On voit la formation du méristème au dépens duquel la partie périphérique du faisceau et l'écorce se développeront. Sur la figure 13 on voit les cellules de protophloème L, disposées suivant 2 arcs, l'un supérieur, l'autre inférieur. Les grandes cellules S ne se sont pas encore épaissies, elles se sont divisées pour donner l'endoderme *End* qui lui-même se cloisonne par places. Les lacunes de l'écorce externe sont représentées par les parties ombrées. Les cellules de l'épiderme s'allongent en poils qui ont été supprimés sur cette figure.

Fig. 14. *Marsilia quadrifolia.*

Sommet de la tige. La première cloison qui n'est pas visible sur cette figure est comme dans le *Salvinia* longitudinale radiale.

Fig. 15. La cellule terminale à deux faces vue d'en haut avec la première cloison (1).

Fig. 16. *Adianthum capillus veneris.* Sommet de tige vu d'en haut.

Planche III. Tige (suite).

Fig. 17. *Equisetum arvense.*

La cloison courbe, variations de son orientation dans deux verticilles successifs.

Fig. 18. Formation du méristème dans la tige de *l'Equisetum arvense*; les chiffres

indiquent l'ordre d'apparition des cloisons; dans chaque segment la cellule T_1 se comporte comme une cellule bifaciale.

Fig. 18bis. Développement du cylindre central dans la racine du *Blechnum*. A, B, C les arêtes des segments; O les cloisons courbes, p le péricycle (d'après MM. Nägeli et Leitgeb).

Fig. 18ter. Développement du cylindre central dans la racine de *l'Equisetum*. V, V les premiers vaisseaux.

Fig. 19. *Marsilia quadrifolia*. Tige — un quart de la section, on voit au centre en M les cellules qui donneront la moelle. La partie périphérique donnera en se cloisonnant le système conducteur et l'écorce. La couche *Ep* se divisera plus tard pour donner l'épiderme et deux couches de cellules.

Fig. 20 et 21. Développement des faisceaux dans la tige de *l'Equisetum*; ee l'écorce; *End* l'endoderme séparé des éléments libériens par une couche de cellules (péricycle); B_1 Bois primaire qui se détruit bientôt pour faire place à une lacune tandis que le bois secondaire se développe en B_3.

Fig. 22. Développement de la feuille de *l'Equisetum arvense*. A couche qui donnera le faisceau; B. entre-noeud et base de la feuille; C. noeud; D bourgeon.

Fig 23 et 23 bis. — Développement du faisceau dans la feuille de *l'Equisetum* E. méristème qui donnera le faisceau; L premiers éléments libériens; Ep épiderme.

Planche IV.

Fig. 24. *Salvinia natans*. — Premier cloisonnement dans le segment détaché de la cellule terminale de la jeune feuille.

Fig. 25, 26, 27. Série des cloisonnements et début de la formation du faisceau. Toutes ces figures sont des coupes transversales.

Fig. 28. *Salvinia*. Très jeune feuille vue en section longitudinale optique.

Fig. 29. *Marsilia quadrifolia*. — Jeune feuille en section transversale optique passant très près du sommet; dans chaque segment la cellule T se comporte comme une cellule terminale bifaciale.

Fig. 30 et 31. Début de la formation du faisceau dans le pétiole du *Marsilia*; les cloisonnements commencent dans le segment externe: les premiers éléments différenciés sont deux arcs de grandes cellules qui se réunissent en V et deviendront les vaisseaux scalariformes; aux extrémités de ces arcs se développera le protoxylème: le premier groupe formé est le groupe inférieur qui se résorbera plus tard pour donner naissance à la lacune *l* représentée fig. 33 (la place de ces 3 groupes de protoxylème est indiquée par B, B, B (c'est par erreur que les deux groupes supérieurs et latéraux portent L, sur la figure 32; *Ep*. Epi-

derme; *R.* début de formation des rayons de l'écorce; *S* méristème donnant naissance au parenchyme cortical à l'endoderme dédoublé et à la partie externe du faisceau (protophloème). Il n'y a donc pas ici deux groupes d'initiales; l'un donnant tout le faisceau, l'autre donnant le parenchyme cortical.

Fig. 33. Pétiole complètement développé *End.* endoderme; *l* lacune correspondant au groupe de protoxylème résorbé. L. L liber.

Fig. 34. Développement du faisceau dans la lame foliaire du *Marsilia.*

Planche V.

Fig. 35. Suite du développement du faisceau dans la lame foliaire du *Marsilia*; *Ep.* Epiderme, *l* début des lacunes du parenchyme. *F* faisceau, *ee* parenchyme.

Fig. 36. *Adianthum capillus veneris.* Développement du faisceau dans une feuille très jeune.

Fig. 37. Le même un peu avant l'apparition des éléments libériens.

Fig. 38. *Ancimia* (sp.). Faisceau du pétiole; la cellule marginale va cesser d'être distincte.

Fig. 39. *Adianthum.* Faisceau du pétiole.

Fig. 40. *Adianthum.* Jeune limbe, la cellule terminale a disparu.

Fig. 41. *Azolla caroliniana.* Tige vue par la face supérieure.

Fig. 42. *Azolla.* Tige en coupe transversale optique; 1, première cloison longitudinale radiale; 3, cloison courbe; 4, cloison centrale.

Fig. 43. *Azolla.* Développement de la feuille; par suite de croissance de la cellule mère la cloison (1) se trouve rejetée vers la ligne M de séparation des segments.

Fig. 44. *Azolla.* Tige en coupe transversale optique; 5, la coison épidermique; la cellule mère de la feuille s'est divisée en deux par une cloison α; f, cellule mère de la feuille.

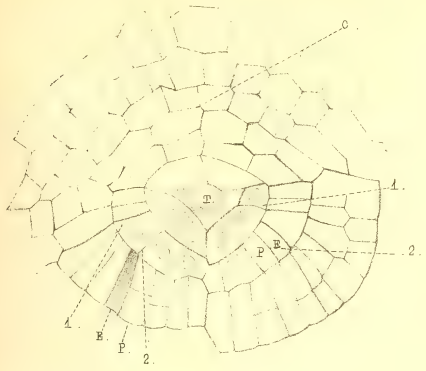
Fig. 45. *Azolla.* Développement de la feuille; on voit les deux rangées de segments; l'une interne, l'autre externe; début de la formation du faisceau; les cellules situées dans le plan de symétrie commencent à se cloisonner les premières.

Fig. 46. La même vue de côté.

Fig. 47. Suite du développement du faisceau; *l* lacune de la base de la feuille; F faisceau.

Fig. 48. *Azolla.* Jeune feuille vue à plat par sa face inférieure.

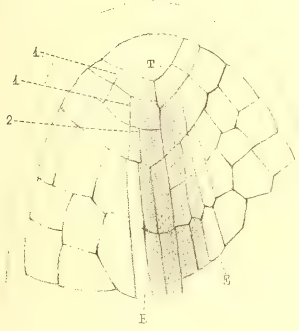
1.


C
T
1
2
E
P
1
E
P
2

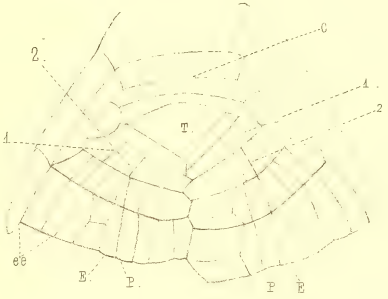
2.

1
1
2
2

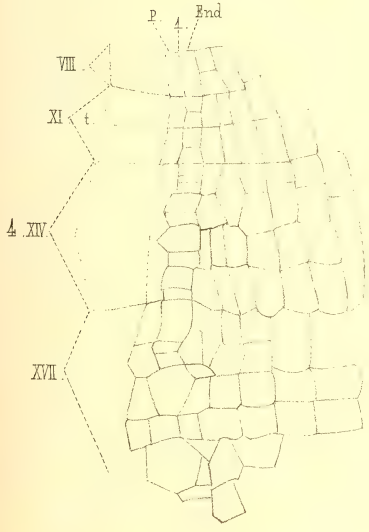
5.


1
1
2
T
E
E

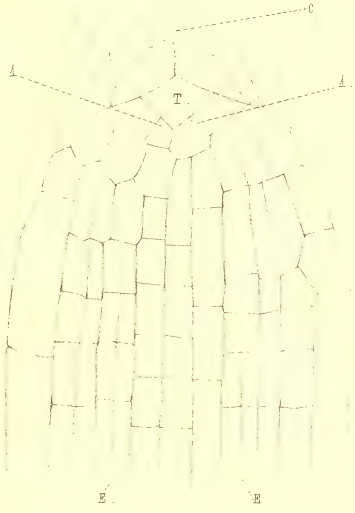
3.

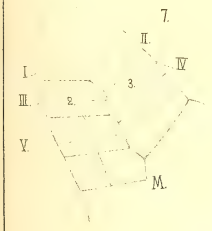

C
2
1
2
1
T
ee
E
P
P
E

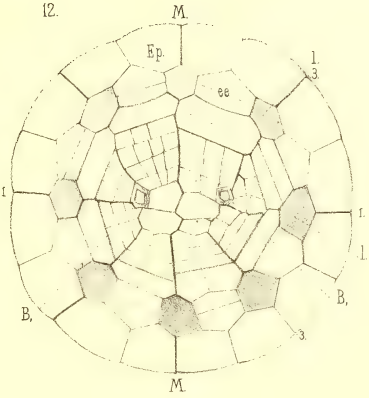
4.

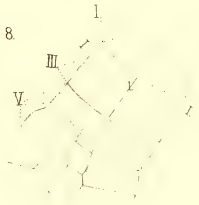

P
1
End
VIII
XI
t
XIV
XVII

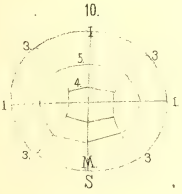
6.

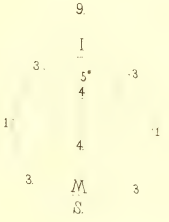

C
1
T
1
E
E

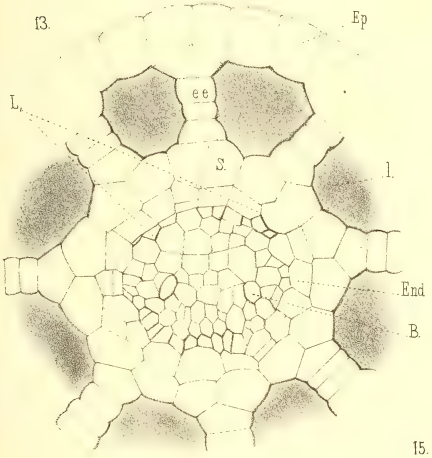


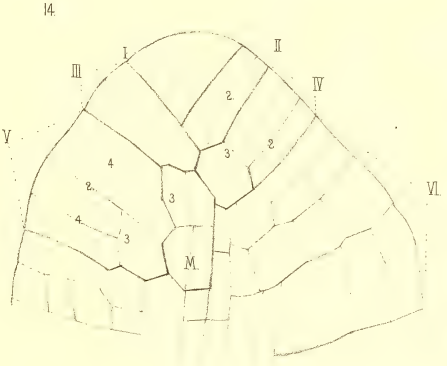


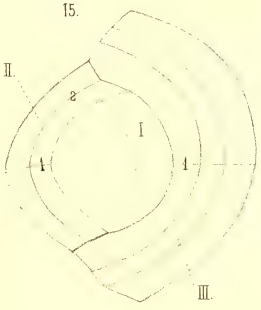


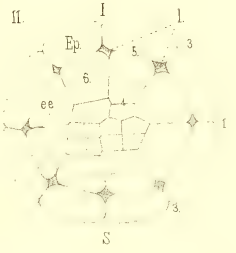




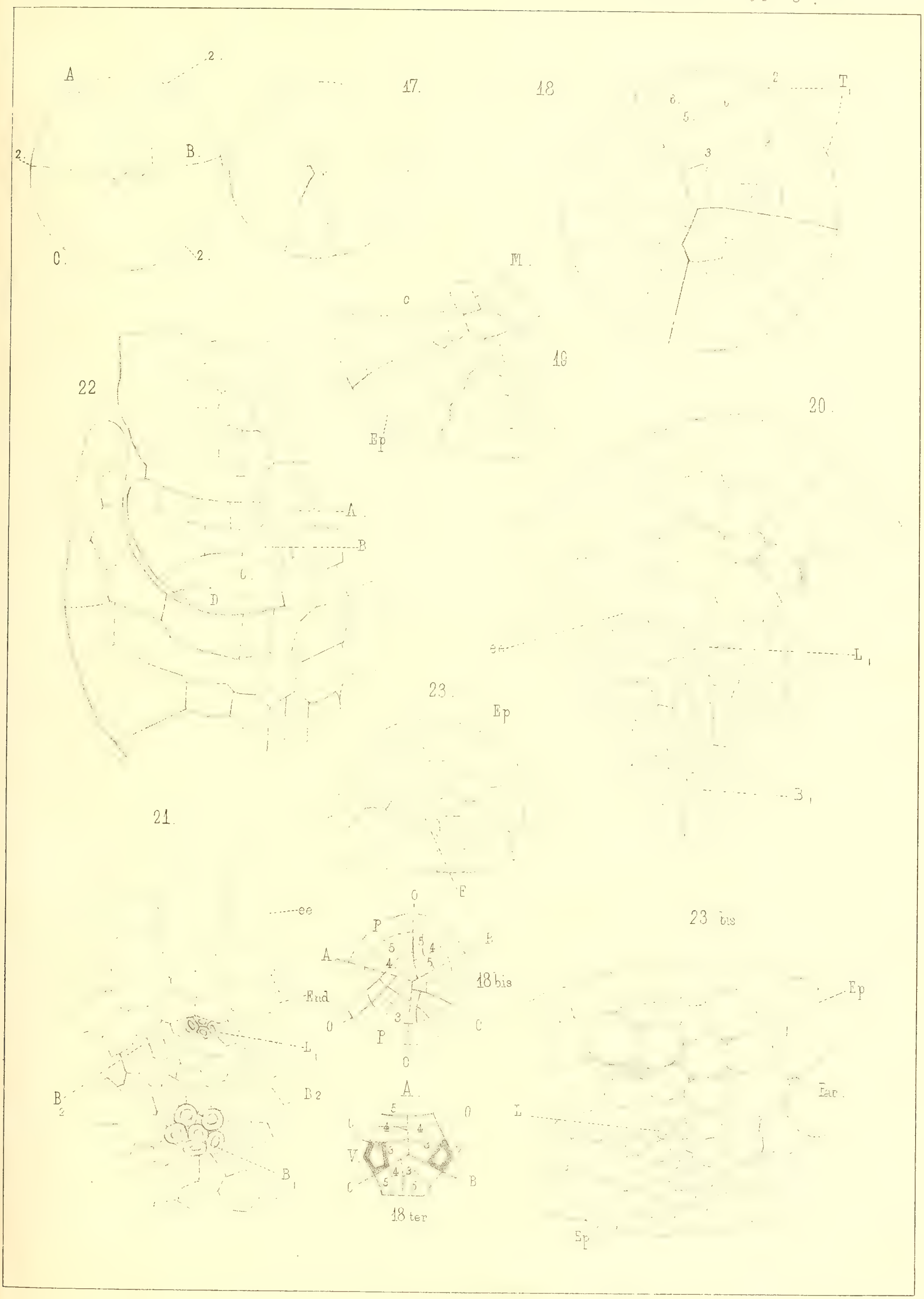






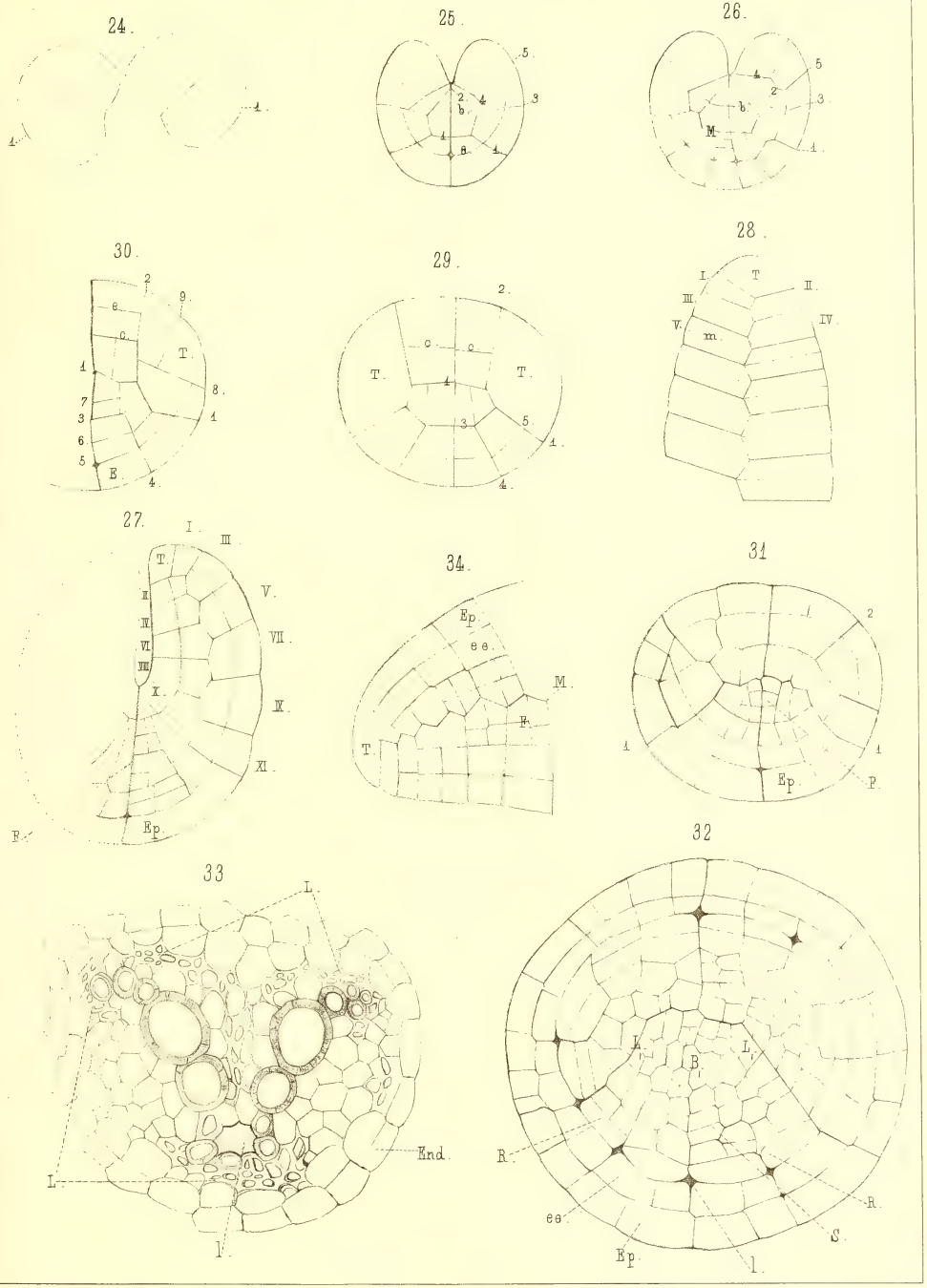


Lithographie Ch. Jvanson à St. Petersbourg-qr. Persp. №1, côté Petersbourg



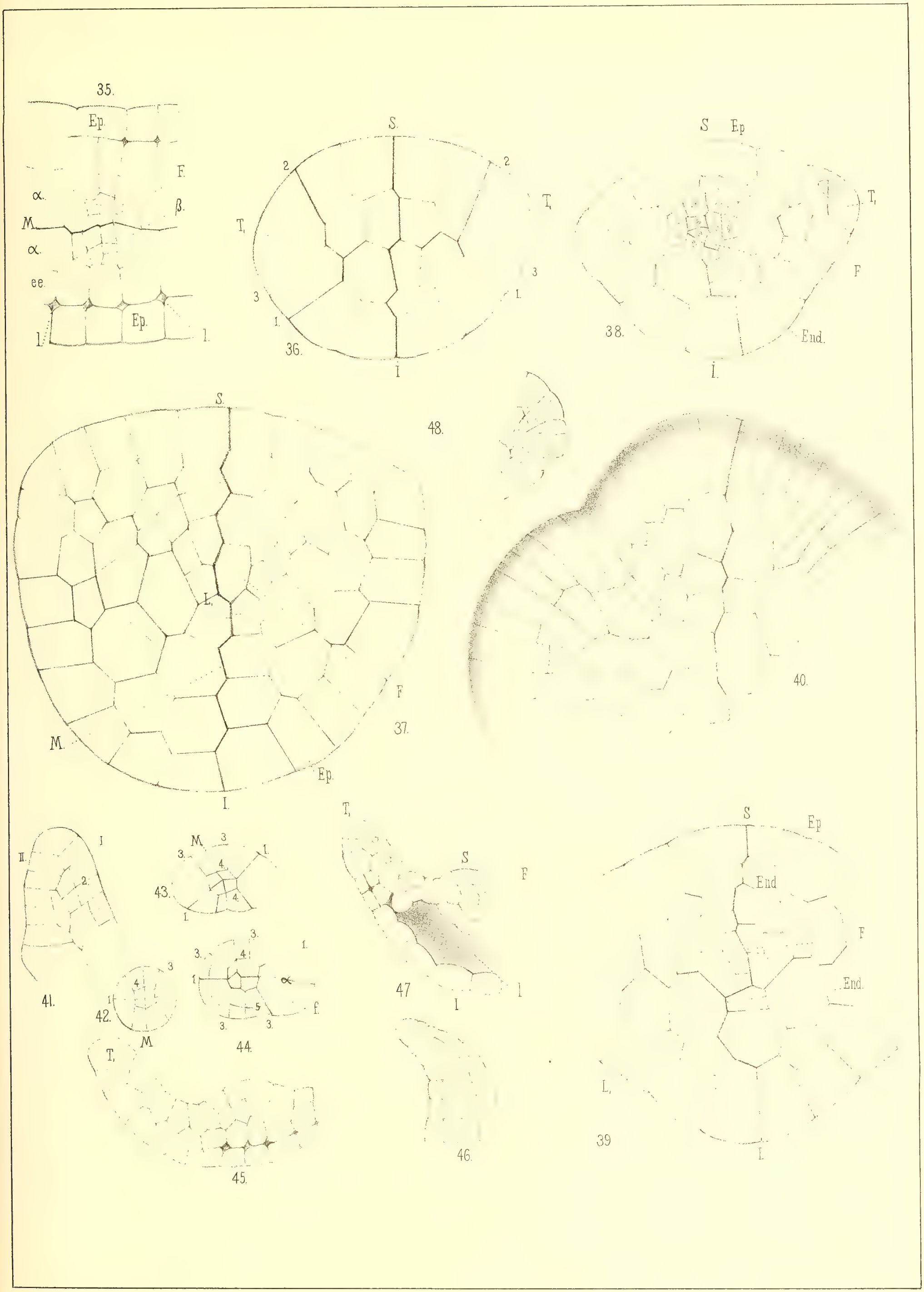
G. Poirault ad nat. del.

Lithographie Ch. Jvanson a St. Petersbourg, gr. Persp. №1, côte Petersbourg.



G. Poirault ad nat del

Lithographie Ch. Jvanson à St Petersbourg, gr. Persp. No 1, côté Petersbourg


35.
Ep.
F.
α.
β.
M.
α.
ee.
Ep.
1.
1.
36.
S.
T,
2
2
T,
3
3
1.
1.
I.
38.
S
Ep
T,
F
End.
I.
48.
37.
S.
L,
F
M.
Ep.
I.
40.
41.
I
II.
2.
43.
M.
3
3.
4.
1.
4.
1.
42.
4.
3
1
M
44.
3.
3.
4.
1.
1
α
5
f.
3.
3.
45.
T,
47.
T,
S
F
1
1
46.
39.
S
Ep
End
F
End.
L,
I.

AS262
.S32

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 12.

ÜBER
DIE ABHÄNGIGKEIT DER WÄRMELEITUNGSFÄHIGKEIT
VON DER TEMPERATUR.

VON

O. Chwolson.

(Lu le 24 avril 1890.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & C° et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 55 Cop. = 1 Mark 35 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 12.

ÜBER
DIE ABHÄNGIGKEIT DER WÄRMELEITUNGSFÄHIGKEIT
VON DER TEMPERATUR.

VON

O. Chwolson.

(Lu le 24 avril 1890.)

LIBRARY OF CONGRESS
AUG 26 1891

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & C° et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (Haessel).

Prix: 55 Cop. = 1 Mark 35 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juillet 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.

Seit den ersten Versuchen von Biot über die Wärmeleitung in metallischen Stäben haben sich viele Forscher mit dem Studium dieser Grösse beschäftigt, besonders seitdem durch Wiedemann und Franz die nahe, in Wahrheit vielleicht völlige, Proportionalität zwischen Wärme- und Electricitätsleitungsfähigkeit nachgewiesen war. Ein besonderes Interesse bietet die Frage nach der Abhängigkeit der Wärmeleitung von der Temperatur. Mit dieser Frage beschäftigte sich als Einer der Ersten R. Lenz[1]), welcher fand, dass die Temperaturcoefficienten für Wärme- und Electricitätsleitung die gleichen seien (l. c., p. 61). In letzter Zeit hat sich insbesondere L. Lorenz[2]) dieser Frage zugewandt. Er findet für Kupfer und Eisen fast gar keine Abhängigkeit der Wärmeleitung von der Temperatur, für Blei ein Sinken, für gelbes Messing ein beträchtliches Anwachsen der Wärmeleitung bei steigender Temperatur. Tait[3]), Kirchoff und Hansemann[4]) gelangten zu wieder anderen Resultaten, so dass die Frage nach der Abhängigkeit der Wärmeleitung von der Temperatur wohl als bis jetzt nicht endgültig gelöst betrachtet werden darf.

Eine Hauptschwierigkeit bei den betreffenden Untersuchungen, besonders bei Anwendung von Stäben, lag darin, dass die Versuche stets eine Grösse ergeben, in welche gleichzeitig zwei Unbekannte eingehen, nämlich der gesuchte Temperaturcoefficient der inneren Wärmeleitungsfähigkeit und zugleich der der äusseren. Der Letztere musste also anderweitig bestimmt werden, um den Ersteren zu finden. Es lässt sich nun aber zeigen, dass bei einer gewissen Methode Metallstäbe zu erwärmen, in den betreffenden Wärmeleitungsformeln jene Grössen getrennt eingehen, so dass man durch eine geeignete Combination von Versuchen gleichzeitig beide Temperaturcoefficienten ermitteln kann. Dieselbe Methode gestattet auch einfach die Wärmeleitungen verschiedener Stäbe mit einander zu vergleichen.

---

1) R. Lenz, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle. Doctordiss. St. Petersburg, 1869.

2) L. Lorenz, Wied. Ann. XIII, p. 598.

3) Tait, Edinb. Trans. 28, p. 735.

4) Kirchoff und Hansemann, Wied. Ann. XIII, p. 406.

Eine der gewöhnlichsten Methoden die Wärmeleitung verschiedener Stoffe zu vergleichen besteht bekanntlich darin, dass man Stäbe aus den betreffenden Materialien an einem Ende bis zu einer bestimmten Temperatur erwärmt und den stationären Zustand des Stabes untersucht; das andere, nicht erwärmte Ende des Stabes wird dabei als unendlich weit entfernt angenommen.

Es schien mir nun, dass man schneller zum Ziele gelangen müsse, wenn man beide Enden des Stabes erwärmt, erstens weil der stationäre Zustand schneller erreicht wird und zweitens weil, wie eine einfache Rechnung zeigt, die Bestimmung der Temperatur an nur einem Punkte des Stabes — am einfachsten wohl in der Mitte — diejenige Grösse liefert, aus welcher die relative Wärmeleitungsfähigkeit der Stabes berechnet werden kann.

Mit gütiger Erlaubniss des Herrn Directors H. Wild habe ich im physikalischen Kabinet der Akademie eine Reihe vorläufiger Versuche an geschwärzten cylindrischen Stäben von Kupfer, Messing, Eisen und Blei, deren beide Enden auf 100° (Wasserdampf) erwärmt wurden, ausgeführt. Es zeigte sich, dass diese Methode unzweifelhaft gewisse Vorzüge besitzt. Um die erhaltenen Zahlen zu prüfen, wurden die Enden derselben Stäbe in Dämpfen von kochendem Anilin bis nahe 180° erwärmt und auf diese Weise eine neue Reihe von Zahlen für die relativen Wärmeleitungen der Stäbe gefunden, welche den früher berechneten genügend nahe kamen. Hiermit war die Anwendbarkeit der Methode bewiesen. Dieselbe dürfte besonders für Vorlesungsversuche, bei denen Schnelligkeit und Einfachheit sehr erwünscht sind, geeignet sein.

Jede einzelne Beobachtung an einem Stab ergab für denselben einen Werth des Verhältnisses $\frac{h}{k}$ der äusseren Wärmeleitung h zu der inneren k. Um h und k getrennt in absoluten Einheiten zu erhalten, müsste h durch besondere Versuche bestimmt werden.

Cap. I enthält die einfache Theorie dieser Versuche und einige Zahlenangaben, die aber nichts Neues enthalten und daher kein besonderes Interesse bieten.

Die bei Erwärmung der Stabenden bis 100° erhaltenen Werthe von $\frac{h}{k}$ unterschieden sich bei allen Stäben nicht unbedeutend von denjenigen, welche die Erwärmung bis 180° ergab und es lag nahe dies als Folge einer Aenderung der Grössen h und k in Abhängigkeit von der Temperatur anzusehen. Ich entwickelte also die Theorie der Versuche unter der Annahme, dass die Grössen h und k die Temperaturcoefficienten α_1 und α_2 besitzen. Hiebei stellte sich die wichtige Thatsache heraus, dass die Grössen α_1 und α_2 in den Ausdruck für die Temperatur t der Mitte des Stabes getrennt eingehen, so dass sie durch Variation der beiden Temperaturen an den Stabenden bestimmt werden können. Diese Temperaturen wurden als verschieden angenommen und auch für diesen Fall die Theorie entwickelt. Wir haben hier also den gewiss sonderbaren Fall, dass eine Versuchsreihe zwei Grössen h und k **nicht** getrennt giebt, sondern nur ihr Verhältniss $\frac{h}{k}$, während die Temperaturcoefficienten dieser Grössen getrennt d. h. unabhängig von einander gefunden werden.

Cap. II enthält die Theorie der Versuche unter der Annahme variabeler k und h.

Die von Biot zuerst entwickelte und später von Poisson erweiterte Theorie der Wärmevertheilung in Stäben, soweit sie bisher bei experimentellen Untersuchungen angewandt wurde, bezog sich auf Stäbe, deren Querschnitt als so klein angenommen war, dass für jeden solchen nur eine Temperatur angenommen werden konnte. Da ich Stäbe von etwa 2,5 Centim. Dicke benutzte, so schien es mir nöthig zu untersuchen, in wieweit die für dünne Stäbe gültigen Formeln auf dicke Stäbe noch anwendbar seien. Die Theorie der stationären Wärmevertheilung in Stäben von endlichem Durchmesser ist von Fourier entwickelt worden. Höchst werthvolle Beiträge zu dieser Theorie sind von Dronke[5]) (nach den Vorlesungen von A. Beer) angegeben.

Diese Theorie führt zu einer transcendenten Gleichung von der Form

$$zI_1(z) = cI_0(z),$$

in welcher I_0 und I_1 die Bessel'schen Functionen von der Ordnung Null und Eins sind und c eine Constante, nämlich $R\frac{h}{k}$ (R der Radius des Cylinderquerschnitts) ist. Die Wurzeln der obigen Gleichung gehen in die betreffenden Endformeln ein und hat bereits Fourier bewiesen, dass diese Gleichung unendlich viele reelle Wurzeln hat. Ueber den wahren Werth jener Wurzeln fand ich aber nirgends irgend welche Angaben und scheint es, dass die Theorie der stationären Wärmevertheilung in Cylindern bisher noch nicht soweit geführt worden ist, um für gegebene Fälle an Zahlenbeispielen die betreffende Temperaturvertheilung wirklich berechnen zu können. In Cap. III habe ich die allgemeine Theorie recapitulirt und gezeigt, wie die Wurzeln der obigen Gleichung für verschiedene practisch mögliche Werthe von c gefunden werden können. An mehreren Zahlenbeispielen zeige ich wie die Temperaturvertheilung, besonders im mittleren Querschnitt des Cylinders in verschiedenen möglichen Fällen ausgerechnet wird.

Cap. IV enthält die Resultate der Versuche.

Im Weiteren sollen lediglich die nachfolgenden Bezeichnungen angewandt werden, die theilweise auf die benutzten cylindrischen Metallstäbe Bezug haben:

l die Länge des Stabes d. h. die Entfernung der beiden äusseren Querschnitte, deren Temperaturen auf constanter und gemessener Höhe erhalten werden, in Millimetern.

T_1 und T_2 diese constanten Temperaturen an den beiden Enden.

$T = T_1 = T_2$ der betreffende Werth, wenn jene beiden Temperaturen als gleich angenommen wurden, was practisch natürlich nicht zu erreichen war.

t die Temperatur im mittleren Querschnitte des Stabes.

---

5) A. Dronke, Einl. in die analytische Theorie der Wärmevertheilung. Leipzig 1882.

x die Entfernung eines beliebigen Querschnittes von dem mittleren, in Millimetern; x variirt von $-\frac{l}{2}$ bis $+\frac{l}{2}$.

y die Temperatur im Querschnitt x.

Alle Temperaturen sind selbstverständlich als Ueberschüsse über die Temperatur der umgebenden Luft zu verstehen.

R der Radius des Cylinderquerschnitts in Millimetern.

k die innere Wärmeleitungsfähigkeit.

α_2 der Temperaturcoefficient dieser Grösse.

h die äussere Wärmeleitungsfähigkeit.

α_1 der Temperaturcoefficient dieser Grösse.

$\frac{h}{k}$ hat die Dimension $[L^{-1}]$.

$n = \sqrt{\frac{2h}{Rk}}$ der Coefficient, welcher in der bekannten Formel

$$y = Ae^{nx} + Be^{-nx}$$

eingeht und gewöhnlich $n = \sqrt{\frac{ph}{sk}}$ geschrieben wird, wo $p = 2\pi R$ der Perimeter und $s = \pi R^2$ die Fläche des Querschnittes bedeutet. Die Grösse n hat die Dimension $[L^{-1}]$; nx ist von der Dimension Null.

Im Cap. III sind eine Reihe von weiteren Bezeichnungen eingeführt, die am Anfange desselben zusammengestellt sind.

lg bedeutet den Neper'schen Logarithmus.

Cap. I.

Erste Annäherung (h und k constant).

Ein dünner Stab von der Länge l werde an beiden Enden so lange bei der Temperatur T erhalten, bis der stationäre Zustand eingetreten ist; die Temperatur in der Mitte des Stabes sei t. Die Temperatur y eines Querschnittes, dessen Entfernung von der Mitte des Stabes x ist, wird allgemein von der Form

$$y = Ae^{-nx} + Be^{nx} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

sein, wo

$$n = \sqrt{\frac{ph}{sk}} = \sqrt{\frac{2h}{Rk}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ist. Die Grenzbedingungen

$$\left.\begin{aligned} x &= \pm\frac{l}{2} \\ y &= T \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

liefern

$$y = \frac{e^{nx} + e^{-nx}}{e^{n\frac{l}{2}} + e^{-n\frac{l}{2}}} T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

Für $x = 0$ erhält man

$$t = \frac{2e^{n\frac{l}{2}}}{1 + e^{nl}} T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathrm{I}).$$

und hieraus

$$n\frac{l}{2} = \lg \frac{T + \sqrt{T^2 - t^2}}{t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathrm{II}).$$

Die zweite Wurzel mit dem Minuszeichen vor $\sqrt{T^2 - t^2}$ giebt den Werth $-n\frac{l}{2}$ und gehört zu der transformirten Gleichung

$$t = \frac{2Te^{-n\frac{l}{2}}}{1 + e^{-nl}}.$$

Aus (2) erhält man endlich

$$\frac{h}{k} = \frac{2R}{l^2}\left[\lg \frac{T + \sqrt{T^2 - t^2}}{t}\right]^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathrm{III}).$$

Sind die Temperaturen an den Enden des Stabes verschieden, so dass die Grenzbedingungen (3) durch

$$\left.\begin{aligned} x &= -\frac{l}{2}; \quad y = T_1 \\ x &= +\frac{l}{2}; \quad y = T_2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ersetzt werden, so erhält man für A und B in (1) die Werthe

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{T_2 e^{n\frac{l}{2}} - T_1 e^{-n\frac{l}{2}}}{e^{nl} - e^{-nl}} \\ B &= \frac{T_1 e^{n\frac{l}{2}} - T_2 e^{-n\frac{l}{2}}}{e^{nl} - e^{-nl}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Formel (1) giebt für $x = 0$

$$t = A + B$$

d. h.

$$t = \frac{2e^{n\frac{l}{2}}}{1 + e^{-nl}} \cdot \frac{T_1 + T_2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathrm{I, a})$$

Vergleicht man (I) mit (I, a), so sieht man, dass beide Ausdrücke identisch werden, wenn man

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

setzt. Wir haben also den Satz:

Die stationäre Temperatur in der Mitte eines Stabes, dessen Enden bei den Temperaturen T_1 und T_2 erhalten werden, bleibt unverändert, wenn man diese Temperaturen beide durch ihr arithmetisches Mittel ersetzt.

Die Formel (III), welche für den Fall k und h constant gilt, wird man nur dann benutzen, wenn es sich um eine ungefähre oberflächliche Vergleichung der Werthe von k für verschiedene Stäbe, oder der Werthe von h bei verschiedenen Oberflächen handelt, also z. B. bei Vorlesungsversuchen. Um an einem Beispiel zu zeigen in wie hohem Grade die Temperatur t einerseits von dem Stoffe des Stabes und andererseits von der Art der Oberfläche abhängt, sollen hier einige bei den Vorversuchen erhaltene Zahlen angegeben werden. Die Länge der Stäbe l war gleich 650 Mm., der Radius $R = 12{,}8$ Mm. Die Enden wurden in Wasserdampf und in Anilindampf erwärmt; die Stäbe einmal blank untersucht und dann mit geschwärzten Oberflächen.

Es fand sich (wie stets, bedeutet t den Ueberschuss über die Temperatur der Luft):

Tabelle I.

	Wasserdampf. Stäbe		**Anilindampf.** Stäbe	
	geschwärzt	blank	geschwärzt	blank
	t	t	t	t
Kupfer	52,0	60,9	95,1	114,4
Messing	35,1	44,9	64,0	85,2
Eisen	20,2	29,1	35,1	51,3
Blei	12,3	—	21,6	—

Ich habe einen, bereits anderweitig[6]) beschriebenen, zu Demonstrationszwecken geeigneten Apparat zusammenstellen lassen, welcher wesentlich aus vier Stäben besteht, von denen drei (Kupfer, Messing, Eisen) geschwärzt, der vierte (Messing) blank ist und welche, die vier Seiten eines Quadrates bildend, an den vier Ecken durch Wasserdampf erwärmt werden, während in der Mitte eines jeden Stabes ein Thermometer die stationäre Temperatur angiebt. Es fanden sich daselbst die folgenden Ueberschüsse t über die Temperatur der Luft:

	t
Eisen (schwarz)	21,3°
Messing (schwarz) . . .	34,2°
Messing (blank)	44,2°
Kupfer (schwarz) . . .	53,0°

6) Journ. d. russ. phys. chem. Ges. 1888 p. 227.

Da die im Cap. II entwickelten Formeln sich von dem Ausdsuck (III) nur durch Correctionsglieder unterscheiden, so dürfte es angemessen sein, schon hier zu untersuchen, inwieweit fehlerhafte Bestimmung von T, t und der Lufttemperatur den Werth von $\frac{h}{k}$ beeinflussen. Formel (III) giebt:

$$\frac{\Delta\frac{h}{k}}{\frac{h}{k}} = -\frac{2}{\lg\frac{T+\sqrt{T^2-t^2}}{t}}\left\{\frac{T\Delta t}{t\sqrt{T^2-t^2}} - \frac{\Delta T}{\sqrt{T^2-t^2}}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Wird die Lufttemperatur um eine Grösse τ zu gross gemessen, so hat dies die Fehler $\Delta T = \Delta t = -\tau$ zur Folge. In der folgenden Tabelle ist die Abhängigkeit der in (8) gegebenen Grösse von Δt, ΔT und τ angegeben unter Zugrundelegung der bei den Vorversuchen gefundenen Zahlen für T und t, auf deren genauere Werthe es hier nicht ankommt. W. und A. beziehen sich resp. auf die Versuche mit Wasser- und Anilin-Dampf.

T	t	$\Delta\frac{h}{k} : \frac{h}{k}$			Es ist $\Delta\frac{h}{k} : \frac{h}{k} = 0{,}01$ bei:		
Kupfer.		(—)	(+)	(—)	Δt	ΔT	τ
W. 80,4	51,8	0,050 Δt	0,032 ΔT	0,018 τ	0,2°	0,3°	0,5°
A. 157,3	94,5	0,024 Δt	0,014 ΔT	0,010 τ	0,4°	0,7°	1°
Eisen.							
W. 82,1	20,5	0,049 Δt	0,012 ΔT	0,037 τ	0,2°	0,8°	0,3°
A. 157,4	35,0	0,027 Δt	0,006 ΔT	0,021 τ	0,4°	1,6°	0,5°

Hier enthalten die ersten 2 Colonnen die Werthe von T und t bei Erwärmung in Wasserdampf (W.) und in Anilindampf (A.). Die nächsten drei Colonnen enthalten die Werthe der Grösse $\Delta\frac{h}{k} : \frac{h}{k}$ für die drei Fälle, dass T, t oder die Lufttemperatur um Δt, ΔT oder τ unrichtig angegeben sind; die Zahlen der dritten und fünften Colonne sind negativ, die der vierten — positiv. Die drei letzten Colonnen geben an, wie gross die Δt, ΔT und τ sein dürfen, damit in der Bestimmung von $\frac{h}{k}$ ein Fehler von nicht über 1% entstehe. Die hier gegebenen Zahlen erweisen sich als recht günstig. Insoweit also nur die Formeln (I) und (8) in Frage kommen, muss man sagen, dass eine Genauigkeit von 1% und weniger in vielen Fällen erreichbar sein wird. Verschiedene Nebenumstände, wie z. B. Unsicherheit in der Messung von l und r, mangelhafte Gleichförmigkeit im Material der Stäbe, Aenderung der Oberfläche u. s. w. werden die Genauigkeit der Methode herabdrücken.

Cap. II.

Annahme variabeler k und h.

In diesem Capitel sollen unter k und h die Werthe der beiden Wärmeleitungen bei 0° zu verstehen sein. Bei der Temperatur y seien jene Grössen durch die Ausdrücke

$$\left.\begin{aligned} h_y &= h(1 + \alpha_1 y) \\ k_y &= k(1 + \alpha_2 y) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

respräsentirt. Bei constanten h und k lautet die Differentialgleichung, durch welche die Temperatur y eines Querschnittes als Function der Entfernung x desselben von der Stabmitte bestimmt wird, bekanntlich

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2y}{dx^2} &= n^2 y \\ n^2 &= \frac{2h}{Rk} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

und das Integral ist von der Form

$$y = Ae^{nx} + Be^{-nx}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10, a)$$

wo A und B, durch die Grenzbedingungen (5) bestimmt, in (6) gegeben sind.

Ist der Stab unendlich lang und an dem einen Ende die Temperatur gleich T, so haben wir

$$\left.\begin{aligned} l &= \infty \\ A &= 0 \\ B &= T \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

in (1) zu setzen, wobei x die Entfernung von dem Stabende ist.

Für den Fall variabeler h und k, s (9), hat Poisson[7]) die Differentialgleichung entwickelt. Sie lautet:

$$\frac{d^2y}{dx^2}(1 + \alpha_2 y) + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \alpha_2 = n^2 y(1 + \alpha_1 y) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

oder

$$\frac{d^2y}{dx^2} - n^2 y = n^2 \alpha_1 y^2 - \alpha_2 \left\{ y \frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Poisson hat (l. c., p. 256) nur den Fall eines einseitig unendlich langen Stabes entwickelt, dessen Ende bei einer Temperatur T erhalten wird und für y als Function von x den Ausdruck

$$y = \left\{1 - \tfrac{1}{3}(\alpha_1 - 2\alpha_2) T\right\} Te^{-nx} + \tfrac{1}{3}(\alpha_1 - 2\alpha_2) T^2 e^{-2nx} \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

gefunden. [Es ist bei Poisson $t = y$, $0 = T$, $\gamma = \alpha_1$, $m = \alpha_2$, $g = n$].

7) Poisson, Théorie mathém. de la chaleur § 125, Paris 1835.

In dem Ausdruck (14) gehen die Grössen α_1 und α_2 nur zusammen ein, so dass eine getrennte Bestimmung derselben nicht möglich ist. Für Stäbe von endlicher Länge erhält man aber eine Formel, in welche α_1 und α_2 getrennt eingehen und hierauf beruht die von mir angewandte Methode ihrer Bestimmung.

Um (13) zu integriren, setzen wir

$$y = Ae^{nx} + Be^{-nx} + z, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

wo z ein Correctionsglied ist. Die Coefficienten A und B sind durch (6) bestimmt, sodass die Bedingungen (5) bereits durch die ersten zwei Glieder in (15) erfüllt sind. Für z erhalten wir daher die Grenzbedingungen

$$\left.\begin{aligned} x &= \pm \frac{l}{2} \\ z &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

Wir setzen (15) in (13), lassen die Glieder höherer Ordnung weg und berücksichtigen, dass (10, a) der Gleichung (10) genügt. So erhalten wir für z die Gleichung

$$\frac{d^2z}{dx^2} - n^2 z = n^2(\alpha_1 - 2\alpha_2)(A^2e^{2nx} + B^2e^{-2nx}) + 2ABn^2\alpha_1 \ldots\ldots\ldots (17)$$

Das Integral dieser Gleichung lautet

$$z = \frac{1}{3}(\alpha_1 - 2\alpha_2)(A^2e^{2nx} + B^2e^{-2x}) - 2AB\alpha_1 + C'e^{nx} + C''e^{-nx} \ldots\ldots (18)$$

Für unendlich lange Stäbe haben wir, s. (11), $A = 0$ und $B = T$ zu setzen; statt (16) bleibt die eine Bedingung $z = 0$ für $x = 0$, welche $C' = 0$ und

$$C'' = -\frac{1}{3}(\alpha_1 - 2\alpha_2)T^2$$

ergiebt. Dies in (18) und (18) in (15) eingesetzt, giebt die Poisson'sche Formel (14).

Für Stäbe von endlicher Länge l haben wir C' und C'' in (18) aus (16) zu bestimmen. Wir erhalten

$$C' = \frac{2AB\alpha_1}{e^{n\frac{l}{2}} + e^{-n\frac{l}{2}}} - \frac{1}{3}(\alpha_1 - 2\alpha_2)\,\frac{A^2(e^{nl} + 1 + e^{-nl}) - B^2}{e^{n\frac{l}{2}} + e^{-n\frac{l}{2}}} \quad \ldots\ldots\ldots (19)$$

und einen analogen Ausdruck für C'', wenn A und B vertauscht werden. Nun setzen wir C' und C'' in (18), dieses in (15) und machen $x = 0$. So erhalten wir die Temperatur t in der Mitte des Stabes und zwar

$$t = A + B - \frac{(1 - e^{n\frac{l}{2}})^2}{3(1 + e^{nl})}\left\{(\alpha_1 - 2\alpha_2)(A^2 + B^2)e^{-n\frac{l}{2}}(1 + e^{n\frac{l}{2}} + e^{nl}) + 6\alpha_1 AB\right\}, \quad (20)$$

wo A und B in (6) gegeben sind. Nun ist

$$A + B = \frac{e^{n\frac{l}{2}}}{1 + e^{nl}}(T_1 + T_2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21).$$

Setzen wir diese Grösse gleich t, so erhalten wir die erste Annäherung (I)

$$t = \frac{e^{n\frac{l}{2}}}{1+e^{nl}}(T_1+T_2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

Den hieraus erhaltenen Werth von $e^{n\frac{l}{2}}$ können wir in die Correctionsglieder von (20) einsetzen. Bezeichnen wir denselben vorübergehend mit φ, so ist

$$e^{n\frac{l}{2}} = \frac{T_1+T_2+\sqrt{(T_1+T_2)^2-4t^2}}{2t} = \varphi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

und aus (22)

$$t(1+\varphi^2) = \varphi(T_1+T_2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

Nun ist aus (6)

$$A = \frac{T_2\varphi - T_1\varphi^{-1}}{\varphi^2-\varphi^{-2}} = \frac{(T_2\varphi^2 - T_1)\varphi}{(\varphi^2-1)(\varphi^2+1)} .$$

Entnimmt man φ^2 und φ^2+1 aus (24), so wird

$$A = \frac{T_2\varphi - t}{\varphi^2-1} \qquad \text{und} \qquad B = \frac{T_1\varphi - t}{\varphi^2-1} .$$

Dies giebt, wenn wiederum $1+\varphi^2$ aus (24) eingesetzt wird,

$$\left.\begin{aligned} A^2+B^2 &= \frac{(T_1^2+T_2^2-2t^2)t\varphi}{(T_1+T_2+2t)(\varphi-1)^2} , \\ AB &= \frac{(T_1T_2-t^2)t\varphi}{(T_1+T_2+2t)(\varphi-1)^2} . \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

Für den noch in (20) vorkommenden Factor erhalten wir

$$e^{-nl}(1+e^{n\frac{l}{2}}+e^{nl}) = \frac{1+\varphi^2+\varphi}{\varphi} = \frac{\frac{(T_1+T_2)\varphi}{t}+\varphi}{\varphi} = \frac{T_1+T_2+t}{t} \quad \ldots . (26)$$

Setzen wir (21), (25) und (26) in (20), so kürzen sich alle φ und es bleibt

$$t = \frac{e^{n\frac{l}{2}}}{1+e^{nl}}(T_1+T_2)\{1-\beta\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27)$$

$$\beta = \frac{\alpha_1}{3}\frac{(T_1^2+T_2^2-2t^2)(T_1+T_2+t)+6(T_1T_2-t^2)t}{(T_1+T_2+2t)(T_1+T_2)} - \frac{2\alpha_2}{3}\frac{(T_1^2+T_2^2-2t)(T_1+T_2+t)}{(T_1+T_2+2t)(T_1+T_2)} \quad .. (28)$$

Um nun endlich $e^{n\frac{l}{2}}$ zu finden, setzen wir aus (27)

$$\frac{e^{n\frac{l}{2}}(T_1+T_2)}{1+e^{nl}} = t(1+\beta)$$

und hieraus

$$e^{n\frac{l}{2}} = \frac{T_1+T_2+\sqrt{(T_1+T_2)^2-4t^2(1+\beta)^2}}{2t(1+\beta)}$$

oder

$$e^{n\frac{l}{2}} = \frac{T_1 + T_2 + \sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4t^2}}{2t} \left\{ 1 - \frac{\beta (T_1 + T_2)}{\sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4t^2}} \right\} \ldots\ldots\ldots (29)$$

Führen wir statt β seinen Werth (28) ein und logarithmiren wir den Ausdruck, so erhälten wir endgültig

$$\left. \begin{aligned} n\frac{l}{2} = \lg \frac{T_1 + T_2 + \sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4t^2}}{2t} - \frac{\alpha_1}{3} \frac{(T_1^2 + T_2^2 - 2t^2)(T_1 + T_2 + t) + 6(T_1 T_2 - t^2)t}{(T_1 + T_2 + 2t)\sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4t^2}} + \\ + \frac{2a_2}{3} \frac{(T_1^2 + T_2^2 - 2t^2)(T_1 + T_2 + t)}{(T_1 + T_2 + 2t)\sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4t^2}} \end{aligned} \right\} . (30)$$

Für den, practisch nicht wohl durchführbaren Fall, dass $T_1 = T_2 = T$ ist, vereinfacht sich der Ausdruck in hohem Grade und wird

$$n\frac{l}{2} = \lg \frac{T + \sqrt{T^2 - t^2}}{t} - \frac{\alpha_1}{3} \frac{(T - t)(T + 2t)}{\sqrt{T^2 - t^2}} + \frac{\alpha_2}{3} \frac{(T_1 + t)(2T + t)}{\sqrt{T^2 - t^2}} \quad \ldots . (31)$$

Wird ein Stab an den Enden bei den Temperaturen T_1 und T_2 erhalten und die Temperatur t im mittleren Querschnitt beobachtet, so lassen sich die Coefficienten der Gleichung (30), in welche die drei Unbekannten $n\frac{l}{2}$, α_1 und α_2 linear eingehen, berechnen. Variirt man T_1 und T_2, so ergiebt jede Beobachtung eine neue Gleichung. Durch Variation der Beobachtungen kann man eine beliebig grosse Anzahl von Gleichungen erhalten und aus diesen $n\frac{l}{2}$, α_1 und α_2 bestimmen. Aus der ersteren Grösse findet sich, s. (10), das Verhältniss $\frac{h}{k}$.

Cap. III.

Stationärer Wärmezustand in einem Cylinder von endlicher Dicke.

In diesem Capitel sind einige neue Bezeichnungen eingeführt.

l, R, h, k, x und n haben die früher angegebene Bedeutung.

r die Entfernung eines Punktes im Innern des Cylinders von seiner Axe; r variirt von 0 bis R.

$c = R\frac{h}{k}$ eine Constante, von der Dimension Null.

y die Temperatur, als Function von x und r.

$z_1, z_2, z_3, \ldots . z_i, \ldots .$ die positiven nach wachsender Grösse geordneten Wurzeln der Gleichung

$$z I_1(z) = c I_0(z),$$

wo I_0 und I_1 die Bessel'schen Functionen von der Ordnung Null und Eins.

$m_1, m_2, \ldots m_i, \ldots$ eine Reihe von Grössen, definirt durch $m_i R = z_i$.

$\varphi_1(r)$ die Temperatur an der Grundfläche $x = -\frac{l}{2}$.

$\varphi_2(r)$ dieselbe bei $x = \frac{l}{2}$.

$\varphi_1(r) = T_1$ und $\varphi_2(r) = T_2$, wenn jene Temperaturen als Constante angenommen wurden.

Für den Fall der Gleichheit setzen wir, wie früher $T = T_1 = T_2$.

y_1 und y_2 die Temperaturen in den Mittelpunkten der Grundflächen, also $y_1 = \varphi_1(0)$, $y_2 = \varphi_2(0)$.

t die Temperatur für den mittleren Querschnitt ($x = 0$), als Function von r.

t_0 die Temperatur für $x = 0$ und $r = 0$.

t_0' die Temperatur am Rande des mittleren Querschnittes, also für $x = 0$, $r = R$.

Die Temperatur y eines Cylinders, als Function der Cylindercoordinaten x und r, genügt im stationären Zustande der Gleichung

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{d^2y}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dy}{dr} = 0 \quad \ldots\ldots (32)$$

Setzen wir

$$\left.\begin{aligned} y &= \alpha_i e^{-m_i x} U_i(r) \\ \text{oder} \qquad y &= \beta_i e^{m_i x} U_i(r) \end{aligned}\right\}, \quad \ldots\ldots (33)$$

so wird $U_i(r)$ durch die Gleichung

$$\frac{d^2 U_i(r)}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dU_i(r)}{dr} + m_i^2 U_i(r) = 0 \quad \ldots\ldots (34)$$

definirt.

Die Bessel'sche Function $I_0(z)$ vom Grade Null genügt bekanntlich der Gleichung

$$\frac{d^2 I_0(z)}{dz^2} + \frac{1}{z}\frac{dI_0(z)}{dz} + I_0(z) = 0 \quad \ldots\ldots (35)$$

Die Gleichung (34) kann man in der Form

$$\frac{d^2 U_i(r)}{d(m_i r)^2} + \frac{1}{m_i r}\frac{dU_i(r)}{d(m_i r)} + U_i(r) \quad \ldots\ldots (35, a)$$

schreiben.

Vergleicht man dies mit (35), so sieht man sofort, dass

$$U_i(r) = I_0(m_i r) \quad \ldots\ldots (36)$$

ist. Das vollständige Integral von (34) ist

$$U_i(r) = I_0(m_i r)\left[C_1 + C_2 \int_{m_i r_0}^{m_i r} \frac{dz}{z\,[I_0(z)]^2}\right].$$

Es ist leicht nachzuweisen, dass $U_i(r)$ nur dann für $r = 0$ und $r > 0$ endlich bleibt, wenn $C_2 = 0$ ist; dies beruht darauf, dass bei Ausrechnung des zweiten Gliedes in den Klammern ein Glied von der Form $\lg r$ auftritt[8]).

Es bleibt also

$$y = \sum_i \left[\alpha_i e^{-m_i x} + \beta_i e^{m_i x}\right] I_0(m_i r) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (37)$$

In dem mittleren Querschnitt haben wir $x = 0$, also die Temperatur

$$t = \sum_i (\alpha_i + \beta_i) I_0(m_i r) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (38)$$

Im Centrum desselben, da $I_0(0) = 1$ ist, s. w. unten (48),

$$t_0 = \sum_i (\alpha_i + \beta_i) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (39)$$

und am Rande

$$t_0' = \sum_i (\alpha_i + \beta_i) I_0(m_i R) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (40)$$

Die Grenzbedingung an der Manteloberfläche lautet bekanntlich

$$\left(\frac{dy}{dr}\right)_{r=R} + \frac{h}{k}\left(y\right)_{r=R} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (41)$$

Setzt man (37) hier ein, so erhält man

$$\left(\frac{d I_0(m_i r)}{dr}\right)_{r=R} + \frac{h}{k} I_0(m_i R) = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (42)$$

Nun ist aber[9])

$$\frac{d I_0(z)}{dz} = -I_1(z), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (43)$$

wo $I_1(z)$ die Bessel'sche Function vom Grade Eins. (42) verwandelt sich daher in

$$m_i I_1(m_i R) = \frac{h}{k} I_0(m_i R) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (44)$$

Setzt man zur Abkürzung

$$m_i R = z_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (45)$$

und

$$R \frac{h}{k} = c, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (46)$$

so bleibt

$$z_i I_1(z_i) = c I_0(z_i) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (47)$$

Die in (37) vorkommenden Grössen m_i werden also durch (45) und die Wurzeln der transcendenten Gleichung (47) bestimmt.

---

8) Dronke l. c., p. 39, s. die Function $Q(x)$ daselbst.

9) S. z. B. C. Neumann. Theorie der Bessel'schen Functionen. Leipzig 1867, p. 20.

Es ist

$$I_0(z) = 1 - \frac{z^2}{4} + \frac{z^4}{64} - \frac{z^6}{2304} + \frac{z^8}{147456} - \ldots \ldots \ldots \ldots (48)$$

$$I_1(z) = z\left\{\frac{1}{2} - \frac{z^2}{16} + \frac{z^4}{384} - \frac{z^6}{18432} + \ldots \ldots\right\} \ldots \ldots \ldots \ldots (49)$$

Die in (37) bis (40) auftretenden Coefficienten α_i und β_i werden durch die, für die beiden Grundflächen gegebene Temperaturvertheilung bestimmt. Es sei nun an der ersten Grundfläche

$$\left.\begin{aligned} x &= -\frac{l}{2} \\ y &= \varphi_1(r) \end{aligned}\right\} \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (50)$$

und an der zweiten

$$\left.\begin{aligned} x &= +\frac{l}{2} \\ y &= \varphi_2(r) \end{aligned}\right\}, \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (51)$$

wo $\varphi_1(r)$ und $\varphi_2(r)$ gegebene Functionen von r sind.

Aus (37) erhält man

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1(r) &= \sum_i \left[\alpha_i e^{m_i \frac{l}{2}} + \beta_i e^{-m_i \frac{l}{2}}\right] I_0(m_i r) \\ \varphi_2(r) &= \sum_i \left[\alpha_i e^{-m_i \frac{l}{2}} + \beta_i e^{m_i \frac{l}{2}}\right] I_0(m_i r) \end{aligned}\right\} \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (52)$$

Nehmen wir nun an, dass die Functionen $\varphi_1(r)$ und $\varphi_2(r)$ der Art sind, dass sie sich durch Reihen von der Form

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1(r) &= \sum_i a_i I_0(m_i r) \\ \varphi_2(r) &= \sum_i b_i I_0(m_i r) \end{aligned}\right\} \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (53)$$

darstellen lassen, wo die $I_0(m_i r)$ der Gleichung (42) genügen. Die Berechnung der Ausdrücke für die Coefficienten a_i und b_i ist bei Dronke (l. c., p. 44) angegeben. Da aber die von ihm gewählte Bezeichnungsweise von der hier gebrauchten beträchtlich abweicht, so dürfte es nicht überflüssig sein die Entwickelung hier kurz zu skizziren. Aus (53) erhält man

$$\int_0^R \varphi_1(r)\, r\, I_0(m_k r)\, dr = \sum_i a_i \int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_k r)\, dr \ldots \ldots \ldots \ldots (54)$$

Die Integrale rechter Hand sind sämmtlich gleich Null, ausser demjenigen, für welches $i = k$ ist. Entnimmt man nämlich der, durch Einsetzen von (36) modificirten, Gleichung (34) die Grösse $I_0(m_i r)$, so wird

$$\int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_k r)\, dr = \int_0^R r\, I_0(m_k r)\left[-\frac{1}{m_i^2}\frac{d^2 I_0(m_i r)}{dr^2} - \frac{1}{m_i^2 r}\frac{d I_0(m_i r)}{dr}\right] dr$$

Durch partielle Integration erhält man

$$m_i^2 \int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_k r)\, dr = \int_0^R \frac{d I_0(m_i r)}{dr}\frac{d I_0(m_k r)}{dr}\, r\, dr - R\, I_0(m_k R)\left(\frac{d I_0(m_i r)}{dr}\right)_{r=R}.$$

Verwechselt man die Buchstaben i und k und subtrahirt die so erhaltene Gleichung von der vorhergehenden, so erhält man

$$(m_i^2 - m_k^2)\int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_k r)\, dr = R\left\{I_0(m_i R)\frac{d I_0(m_k R)}{dR} - I_0(m_k R)\frac{d I_0(m_i R)}{dR}\right\}. \quad (55)$$

Ersetzt man die Differentialquotienten rechts vermittelst (42), so erhält man sofort

$$\int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_k r)\, dr = 0.$$

Für $i = k$ erhält man aus (55) einen Ausdruck von der Form $\frac{0}{0}$. Es ist

$$\int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_i r)\, dr = R\left[\frac{I_0(m_i r)\frac{d I_0(m_k R)}{dR} - I_0(m_k r)\frac{d I_0(m_i R)}{dR}}{m_i^2 - m_k^2}\right]_{m_k = m_i}.$$

Auf die übliche Weise, durch Differentiation von Zähler und Nenner nach m_k erhält man unter Berücksichtigung von (42):

$$\int_0^R r\, I_0(m_i r)\, I_0(m_i r)\, dr = \frac{\left(m_i^2 + \frac{h^2}{k^2}\right) R^2 [I_0(m_i R)]^2}{2 m_i^2}.$$

Aus (54) erhält man nun a_i und analog b_i:

$$\left.\begin{aligned} a_i &= \frac{2 m_i^2 \int_0^R r\, \varphi_1(r)\, I_0(m_i r)\, dr}{\left(m_i^2 + \frac{h^2}{k^2}\right) R^2 I_0^2(m_i R)} \\ b_i &= \frac{2 m_i^2 \int_0^R r\, \varphi_2(r)\, I_0(m_i r)\, dr}{\left(m_i^2 + \frac{h^2}{k^2}\right) R^2 I_0^2(m_i R)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (56)$$

(53) und (52) ergeben nun die Gleichungen, durch welche die α_i und β_i in (37) bestimmt werden und zwar

$$\left.\begin{aligned} \alpha_i e^{m_i \frac{l}{2}} + \beta_i e^{-m_i \frac{l}{2}} &= a_i \\ \alpha_i e^{-m_i \frac{l}{2}} + \beta_i e^{m_i \frac{l}{2}} &= b_i \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (57)$$

Die Temperaturen an den verschiedenen Punkten des Cylinders werden also durch (37) — (40) bestimmt; die m_i sind durch (45) und (47) definirt; α_i und β_i durch (57), (56), (50) und (51).

Damit die Entwickelung (53) möglich sei, müssen die Functionen $\varphi_1(r)$ und $\varphi_2(r)$ gewissen Bedingungen genügen, auf deren Existenz Herr Akademiker A. Gadolin mich aufmerksam zu machen die Güte hatte. Ist die Reihe für $\varphi_1(r)$ in (53) convergent, so hat man auch

$$\frac{d\varphi_1(r)}{dr} = \sum_i a_i \frac{dI_0(m_i r)}{dr} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (58)$$

Für $r = R$ muss auch diese Reihe noch convergent sein. Multiplicirt man nämlich (52) mit $\frac{h}{k}$, addirt sie mit (58) und setzt dann $r = R$, so ist wegen (42)

$$\left(\frac{d\varphi_1(r)}{dr}\right)_{r=R} + \frac{h}{k}\varphi_1(R) = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (59)$$

Da somit die Summe beider Reihen für $r = R$ Null giebt und die eine Reihe convergent ist, so muss es auch die andere sein.

Die Gleichung (59) drückt eine Eigenschaft der Function $\varphi_1(r)$ aus, die durchaus erfüllt sein muss.

Wir wollen nun einige Functionen, welche der Gleichung (59) genügen, aufsuchen.

Setzen wir versuchsweise

$$\varphi_1(r) = T_1 - ar^2, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (60)$$

so giebt uns (59) die Bedingung, s. (46),

$$a = \frac{R\frac{h}{k}}{R^2\left(2 + R\frac{h}{k}\right)} T_1 = \frac{c\,T_1}{(2+c)R^2}\,; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (61)$$

also

$$\varphi_1(r) = T_1\left\{1 - \frac{c}{2+c}\cdot\frac{r^2}{R^2}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (62)$$

Wir werden weiter unten sehen, dass die c in den meisten practisch vorkommenden Fällen kleine Grössen sind, sodass die durch (62) definirte Temperaturvertheilung an der Basis des Cylinders nur wenig von einer constanten abweicht.

Setzen wir

$$\varphi_1(r) = T_1 - ar^2 + br^4, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (63)$$

so sind die a und b der Bedingung

$$R^3(4+c)b = aR(2+c) - \frac{h}{k}T_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (64)$$

unterworfen.

Es ist klar, dass jede Function von der Form

$$\varphi_1(r) = \sum_i A_i I_0(m_i r), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (65)$$

wo die A_i Constanten sind, ebenfalls der Gleichung (59) genügt.

Wir wollen nun für den Fall

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1(r) = \varphi_2(r) = T - ar^2 &= \sum_i a_i I_0(m_i r) \\ a &= \frac{cT}{(2+c)R^2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (66)$$

die Temperaturvertheilung im Stabe factisch ausrechnen.

Die durch Einsetzen von (66) in (56) auftretenden zwei Integrale sind leicht zu berechnen. Es ist erstens

$$\int_0^R r I_0(m_i r)\, dr = \frac{1}{m_i^2}\int_0^{m_i R} z I_0(z)\, dz = -\frac{1}{m_i^2}\int_0^{m_i R} z \frac{d^2 I_0(z)}{dz^2}\, dz - \frac{1}{m_i^2}\int_0^{m_i R} \frac{d I_0(z)}{dz}\, dz, \text{ s. (35)}$$

Durch partielle Integration des ersten Integrales erhält man, bei Beachtung von (42),

$$\int_0^R r I_0(m_i r)\, dr = \frac{1}{m_i^2}\cdot\frac{h}{k} R I_0(m_i R) = \frac{c}{m_i^2} I_0(m_i R). \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (67)$$

Zweitens ist

$$\int_0^R r^3 I_0(m_i r)\, dr = \frac{1}{m_i^4}\int_0^{m_i R} z^3 I_0(z)\, dz$$

zu berechnen.

Aus (35) folgt

$$z I_0(z) = d\left(-z \frac{d I_0(z)}{dz}\right).$$

Es ist also

$$\int_0^z z^3 I_0(z)\, dz = \int_0^z z^2 d\left(-z \frac{d I_0(z)}{dz}\right).$$

Durch partielle Integration erhalten wir

$$\int_0^z z^3 I_0(z)\,dz = 2z^3 I_0(z) + z(4 - z^2)\frac{dI_0(z)}{dz}.$$

Es ist daher

$$\int_0^R r^3 I_0(m_i r)\,dr = \frac{2m_i^2 R^2 - R\frac{h}{k}(4 - m_i^2 R^2)}{m_i^4} I_0(m_i R) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (68)$$

Die in (56) auftretenden Integrale sind unter der Annahme von (66) nun leicht zu berechnen. Es ist, $\varphi_1(r) = \varphi_2(r) = \varphi(r)$ gesetzt,

$$\int_0^R r\varphi(r) I_0(m_i r)\,dr = \frac{cT}{m_i^2} I_0(m_i R) - \frac{cT}{(2+c)R^2} \cdot \frac{2m_i^2 R^2 - c(4 - m_i^2 R^2)}{m_i^4} I_0(m_i R);$$

hieraus

$$\int_0^R r\varphi(r) I_0(m_i r)\,dr = \frac{cT}{m_i^2} I_0(m_i R)\left\{1 - \frac{2m_i^2 R^2 - c(4 - m_i^2 R^2)}{(2+c)m_i^2 R^2}\right\},$$

oder

$$\int_0^R r\varphi(r) I_0(m_i r)\,dr = \frac{4c^2 T I_0(m_i R)}{(2+c)m_i^4 R^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (69)$$

Dies in (56) gesetzt, giebt

$$a_i = b_i = \frac{8c^2 T}{m_i^2 R^2 (2+c)(m_i^2 R^2 + c^2) I_0(m_i R)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (70)$$

Aus (57) erhalten wir

$$\alpha_i = \beta_i = \frac{8c^2 T}{R^2 m_i^2 (2+c)(m_i^2 R^2 + c^2) I_0(m_i R)\left(e^{m_i \frac{1}{2}} + e^{-m_i \frac{1}{2}}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots (71)$$

Endlich ergeben (37) und (38)

$$y = \frac{8c^2}{(2+c)R^2} T \sum_i \frac{1}{(m_i^2 R^2 + c^2) m_i^2 I_0(m_i R)} \cdot \frac{e^{m_i x} + e^{-m_i x}}{e^{m_i \frac{1}{2}} + e^{-m_i \frac{1}{2}}} I_0(m_i r) \quad \ldots\ldots (72)$$

und

$$t = \frac{16c^2}{(2+c)R^2} T \sum_i \frac{1}{m_i^2 (m_i^2 R^2 + c^2) I_0(m_i R)} \cdot \frac{I_0(m_i r)}{\left(e^{m_i \frac{1}{2}} + e^{-m_i \frac{1}{2}}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots (73)$$

Obwohl die Formeln (72) und (73) nur für den durch (66) definirten Specialfall gelten, so sieht man doch ohne Weiteres ein, dass die in diesen Formeln rechts vom Punkte stehenden Factoren unter dem Summenzeichen jedenfalls stets auftreten müssen. Die Formeln (72) und (73) gelten unter der Annahme, dass $\varphi_1(r) = \varphi_2(r)$ durch (66) gegeben seien und dass diese Functionen in eine Reihe von der Form (53) zerlegt werden können. Ob aber die durch (53) und (70) definirte Reihe wirklich convergent ist und für alle r zwischen $r = 0$ und $r = R$ den Grenzwerth (66) besitzt, müsste erst durch weitere Untersuchungen festgestellt werden. Wir haben dieselben indess nicht nöthig, da wir aus den folgenden allgemeinen Formeln die für uns weiter unten nöthigen Schlüsse ziehen können.

Aus (37) folgt bei

$$\beta_i = \alpha_i$$

ganz allgemein

$$\varphi_1(r) = \varphi_2(r) = \sum_i \alpha_i \left(e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}} \right) I_0(m_i r).$$

Vergleicht man dies mit (53), so sieht man, dass allgemein

$$\alpha_i = \beta_i = \frac{a_i}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}}$$

ist, wie man auch aus (57) sieht.

Wir haben also die zusammengehörigen Formeln

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1(r) = \varphi_2(r) &= \sum_i a_i I_0(m_i r) \\ y &= \sum_i a_i \frac{e^{m_i x} + e^{-m_i x}}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}} I_0(m_i r) \\ t &= 2 \sum_i a_i \frac{I_0(m_i r)}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (73, \text{a})$$

Besteht die Reihe für $\varphi_1(r) = \varphi_2(r)$ aus nur Einem Gliede, so gilt dasselbe für die Grössen y und t.

Wir wenden uns nun zur speciellen Untersuchung der Grössen m_i, welche mit den Wurzeln der Gleichung

$$\left.\begin{aligned} z_i I_1(z_i) &= c I_0(z_i) \\ c &= R \frac{h}{k} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (74)$$

durch

$$m_i R = z_i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (75)$$

verbunden sind. Es handelt sich also hauptsächlich um die Grössen z_i. Wir haben es nicht nöthig die Gleichung (74) für ein völlig beliebiges c zu untersuchen, können uns

vielmehr auf solche Werthe von c beschränken, welche in der Theorie der Wärmeleitung praktisch möglich sind.

Die Grösse c ist eine absolute Zahl, abhängig von R, h und k; jedem Cylinder entspricht eine gewisse Zahl c, die von der Länge desselben übrigens unabhängig ist. Wir wollen das Millimeter als Längeneinheit nehmen; R ist von der Dim. $[L]$, $\frac{h}{k}$ von der Dimension $[L^{-1}]$.

Es zeigt sich nun, dass für Metallcylinder von nicht geradezu enormer Dicke, die Grösse c ein kleiner Bruch ist.

Für einen geschwärzten Kupferstab ist nämlich ungefähr

$$\frac{h}{k} = 0{,}00005\ (\text{Millim.})^{-1}.$$

Ist der Radius des Cylinderquerschnitts z. B.

$$R = 20\ \text{Mm.},$$

was doch einem bereits recht dicken Cylinder entspricht, so haben wir

$$c = 0{,}001.$$

Für einen blanken Stab werden die Grössen noch kleiner. Ist die Wärmeleitung k für einen Stab 10 mal geringer als bei Kupfer und die Dicke des Stabes 400 Mm., oder k vierzig mal geringer als bei Kupfer und die Dicke gleich 100 Mm., so wird erst

$$c = 0{,}1.$$

Nun ist für Blei k rund 12 mal kleiner als für Kupfer, für Quecksilber etwa 60 mal. Ausserdem wird man bei Experimentaluntersuchungen schwerlich dickere Stäbe benutzen, als etwa $R = 15$ bis 20 Mm. (also $2R = 30$ bis 40 Mm.). In allen diesen Fällen ist c höchstens gleich 0,06.

Die weiter unten folgende Untersuchung der Wurzeln bleibt durchführbar, auch wenn

$$c = 0{,}5$$

wird, also für recht dicke Cylinder, aus sehr schlecht leitendem Stoffe.

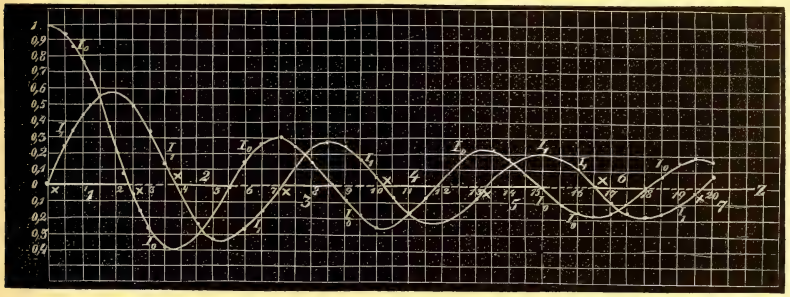
Für Metallcylinder, deren Wärmeleitung bis zu 20 Mal geringer ist, als die des Kupfers und deren Dicke 30 Mm. nicht übersteigt, ist c nicht grösser, als 0,03.

Um die Wurzeln z_i von (74) zu finden, stellen wir, s. d. Figur, die Functionen $I_0(z)$ und $I_1(z)$ graphisch dar. Für die Werthe von z von 0 bis 15,5 benutzen wir die Tafel von E. Meissel[10]), für z von 15,5 bis 20 die von E. Lommel[11]) geänderte Tafel von Hansen. In der Ersteren ist das Increment der Tafel gleich 0,01.

10) E. Meissel. Tafel der Bessel'schen Functionen I_k^0 und I_k^1. Berlin, 1889.

11) E. Lommel. Studien über die Bessel'schen Functionen. Leipzig 1868, p. 130 und 131.

Durch Betrachten der Figur[12]) lassen sich die ungefähren Werthe der Wurzeln leicht angeben. Erstens zeigt die Gleichung (74), dass $I_1(z_i)$ und $I_0(z_i)$ gleiche Vorzeichen haben müssen. Hieraus folgt bereits, dass die z_i nur in den Gebieten zu suchen sind, welche in der Figur durch volles Ausziehen der Abscissenaxe hervorgehoben sind. In jedem dieser Gebiete,



die überdies nummerirt sind, befindet sich je eine Wurzel. Bis $z = 20$ haben wir also sieben Wurzeln. Von diesen ist die erste z_1 von den übrigen in Bezug auf die Art der Auffindung wohl zu unterscheiden. Wir wenden uns zuerst zu den Wurzeln $z_2, z_3 \ldots, z_7$. Den Werthen von z, welche $I_1(z) = 0$ werden lassen, entsprechen die Maxima oder Minima von $J_0(z)$, wie aus (43) folgt und mit solchen z beginnt ein jedes der zu untersuchenden, je eine Wurzel enthaltenden Gebiete. Man überzeugt sich nun leicht, dass die gesuchten z_i sich stets ganz am Anfange eines jeden dieser Gebiete befinden und sich also nur wenig von den Wurzeln der Gleichung

$$I_1(z) = 0$$

unterscheiden werden, und zwar ist dies um so mehr der Fall, desto grösser i ist und desto kleiner c. Nehmen wir z. B. $i = 4$, also die vierte Wurzel, die in dem vierten Gebiet, zwischen $z = 10{,}17$ und $z = 11{,}79$ zu suchen ist. Setzen wir für c den sehr grossen Werth 0,1 (für unseren Kupferstab ist $c = 0{,}0006862$). Aus der Gleichung

$$z_4 I_1(z_4) = 0{,}1\, I_0(z_4)$$

folgt, dass $I_1(z_4)$, multiplicirt mit einer Zahl, die jedenfalls grösser ist, als 10,17 gleich sein muss 0,1 von $I_0(z_4)$, dessen Maximumwerth gleich 0,2497 ist. Da nun mit wachsendem z die Function $I_1(z)$ grösser, $I_0(z)$ aber kleiner wird, so sieht man sofort, dass sich z_4 nur wenig von der Zahl 10,17.... unterscheiden kann, mit welcher das vierte Gebiet beginnt. Die sechs gesuchten Wurzeln z_2 bis z_6 sind also an den Stellen zu suchen, welche in der Figur durch Kreuze ($\times$) bezeichnet sind. Die genaueren Werthe der z_2 bis z_7 findet man

12) Die in der Zeichnung längs der Curven markirten Puncte haben für das Vorliegende keine weitere Bedeutung.

leicht mit Hülfe der oben erwähnten Tafeln indem man $z_i = z_i' + \alpha$ setzt, wo z_i' der am Anfange des i-ten Gebietes stehende Werth ist, für welchen $I_1(z_i') = 0$ ist.

Die z_i', also zugleich die ersten Annäherungen der gesuchten z_i, sind gleich

$$\left.\begin{aligned} z_2' &= 3{,}8317\ldots\ldots \\ z_3' &= 7{,}0156\ldots\ldots \\ z_4' &= 10{,}1734\ldots\ldots \\ z_5' &= 13{,}3236\ldots\ldots \\ z_6' &= 16{,}470\ldots\ldots \\ z_7' &= 19{,}615\ldots\ldots \\ I_1(z_i') &= 0 \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (76)$$

Um zu zeigen, wie sich für verschiedene c die z_i von den z_i' unterscheiden, sollen hier gleich einige Zahlen angegeben werden und zwar für $c = 0{,}0006862$ (geschwärzter Kupferstab, $R = 13{,}07$ Mm.), $c = 0{,}01$ und $c = 0{,}1$.

Tabelle II.

	$c = 0{,}0006862$	$c = 0{,}01$	$c = 0{,}1$.
z_2....	3,83194	3,83432	3,857715
z_3....	7,01569	7,01702	7,02221
z_4....	10,17353	10,17444	10,18504
z_5....	13,32375	13,32445	13,33119
z_6....	16,4707	16,4711	16,4778
z_7....	19,6159	19,6166	19,6210

Bedenkt man nun, dass die z_2, z_3 nur in Correctionsgliedern vorkommen, so sieht man, dass für $c < 0{,}01$ ohne grossen Fehler die z_i durch die z_i' ersetzt werden können, besonders von z_4 angefangen. Wir wollen noch bemerken, dass sich die z_i' nahe um π von einander unterscheiden[13]).

Wir wenden uns nun zur Aufsuchung der ersten Wurzel z_1 der Gleichung (74), welche sich in dem Gebiet 1 der Figur befinden muss. Es ist also jedenfalls

$$0 < z_1 < 2{,}405\ldots\ldots$$

Man kann nun leicht nachweisen, dass wenn c nicht zu gross ist, auch z_1 ein kleiner Bruch ist. Nehmen wir z. B. $c = 0{,}01$. Die Gleichung lautet dann

$$z_1 I_1(z_1) = 0{,}01\, I_0(z_1).$$

13) Bessel. Abhandl. der math. Cl. d. Ac. d. Wiss. z. Berlin, 1824, p. 39. — Lommel, l. c., p. 65.

Die Grösse $I_0(z)$ sinkt von 1 gegen Null; das Product linker Hand ist also jedenfalls kleiner, als 0,01. Ein Blick auf die Figur zeigt nun, dass z_1 bedeutend kleiner als 0,5 sein muss, denn für diesen Werth von z ist $z\,I_1(z)$ grösser als 0,1. In der That findet sich (s. w. unten) $z_1 = 0{,}141\ldots$. Benutzt man die Tafeln der I_0 und I_1, so kann man sofort sagen, wie gross c sein müsste, damit z_1 einen gegebenen Werth erhält. Damit z. B. $z_1 = 0{,}6$ würde, müsste $c = 0{,}188$ sein; es ist $z_1 = 1$, wenn $c = 0{,}588$ ist. Man bedenke, dass für einen geschwärzten Kupferstab, 26,15 Mm. dick, $c = 0{,}0006862$ ist; in diesem Falle ist (s. w. u.) $z_1 = 0{,}0370427\ldots$.

Noch auf andere Weise lässt sich zeigen, dass für kleine c auch z_1 ein kleiner Bruch sein muss.

Will man nämlich von der Formel (37) zu der für unendlich dünne Stäbe gültigen Formel (1) oder (10,*a*) übergehen, so hat man

$$m_i = n = \sqrt{\frac{2h}{Rk}} = \frac{\sqrt{2c}}{R}$$

zu setzen und zugleich $m_i r = 0$, d. h.

$$I_0(m_i r) = 1$$

anzunehmen. Die Summe in (37) reducirt sich also auf ein Glied und jenes m_i ist eben der Werth von m_1 für unendlich dünne Stäbe. Es ist also die erste Annäherung von m_1

$$m_1^{(1)} = n = \frac{\sqrt{2c}}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (77)$$

Die erste Annäherung von z_1 ist also nach (75):

$$z_1^{(1)} = n\,R = \sqrt{2\,R\,\frac{h}{k}} = \sqrt{2\,c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (78)$$

Genau dasselbe Resultat erhalten wir, wenn wir in die Gleichung

$$z_1 I_1(z_1) = c\,I_0(z_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (79)$$

als erste Annäherung, s. (48) und (49)

$$I_1(z_1) = \frac{z_1}{2} \qquad \text{und} \qquad I_0(z_1) = 1$$

setzen. Es bleibt

$$\frac{z_1^2}{2} = c \qquad \text{oder} \qquad z_1 = \sqrt{2c}\,.$$

Wir wollen nun für z_1 zwei weitere Näherungsformeln aufstellen. Da in den Formeln (70) bis (73) im ersten Gliede die Grösse $I_0(m_1 R) = I_0(z_1)$ eingeht, so wollen wir, wenigstens in einem Falle, auch für $I_0(z_1)$ entsprechende Näherungsformeln berechnen.

Die Gleichung (79) lässt sich, s. (48) und (49), in der Form

$$\frac{z_1^2}{2} - \frac{z_1^4}{16} + \frac{z_1^6}{384} - \ldots = c\left(1 - \frac{z_1^2}{4} + \frac{z_1^4}{64} - \frac{z_1^6}{2304} + \ldots\right) \quad \ldots\ldots\ldots (80)$$

schreiben.

Da nun z_1 ein kleiner Bruch ist, so können wir vorerst, also als zweite Annäherung, die Glieder mit höheren Potenzen als z_1^4 vernachlässigen. Es bleibt

$$\frac{z_1^2}{2} - \frac{z_1^4}{16} = c\left(1 - \frac{z_1^2}{4} + \frac{z_1^4}{64}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (81, a)$$

und

$$I_0(z_1) = 1 - \frac{z_1^2}{4} + \frac{z_1^4}{64} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (81, b)$$

Dies giebt für z_1 und $I_0(z_1)$ die merkwürdig einfachen zweiten Näherungsformeln

$$\left.\begin{aligned} z_1^{(2)} &= \sqrt{\frac{8c}{4+c}} \\ I_0(z_1^{(2)}) &= \left(\frac{4}{4+c}\right)^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (82)$$

Bei genügend kleinem c werden wir

$$I_0(z_1^{(2)}) = \frac{2}{2+c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (82, a)$$

setzen dürfen.

Eine weitere Annäherung, über die wohl kaum je hinausgegangen zu werden braucht, finden wir, indem wir in (80) statt z_1

$$z_1^{(3)} = z_1^{(2)} + \alpha$$

setzen, alle höheren Potenzen von α vernachlässigen und berücksichtigen, dass $z_1^{(2)}$ der Gleichung (81,a) genügt. Wir erhalten

$$\alpha = -\frac{c^2}{12 + 6c + c^2} z_1^{(2)}$$

und folglich

$$z_1^{(3)} = \frac{12 + 6c}{12 + 6c + c^2} \sqrt{\frac{8c}{4+c}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (83)$$

Das zugehörige $I_0(z_1)$ muss durch Einsetzen dieser Grösse in

$$I_0(z_1) = 1 - \frac{z_1^2}{4} + \frac{z_1^4}{64} - \frac{z_1^6}{2304} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (83, a)$$

berechnet werden.

In den allermeisten Fällen, werden uns die Gleichungen (82) die gesuchten Grössen z_1 und $I_0(z_1)$ mit genügender Annäherung liefern. Man sieht dies am einfachsten aus der unten folgenden Tabelle, die für $c = 0{,}0006862$, $c = 0{,}01$ und $c = 0{,}1$ gilt.

Tabelle III.

	$c = 0{,}0006862$	$c = 0{,}01$	$c = 0{,}1.$
$z_1^{(1)} = \sqrt{2c}$	0,037045902	0,141421356	0,4472136
$z_1^{(2)} = \sqrt{\frac{8c}{4+c}}$	0,037042738	0,1412449	0,4417261
$z_1^{(3)} = \frac{12+6c}{12+6c+c^2}\sqrt{\frac{8c}{4+c}}$	0,037042737	0,1412438	0,4413757

Die Ausdrücke (82), (83), die Zahlen (76) und die an Letztere geknüpften Bemerkungen enthalten Alles, was wir zur Bestimmung der Wurzeln z_i der Gleichung (47) brauchen.

Sind die z_i gefunden, so erhalten wir die in (37)—(40) vorkommende Grösse m_i aus der Relation (45):

$$m_i = \frac{z_i}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (84)$$

Wir wenden uns zu einer genaueren Betrachtung der Wärmevertheilung, hauptsächlich im mittleren Querschnitt und wollen uns zuerst dem durch (66) definirten Falle zuwenden. Durch Einführung der z_i in die Formeln (72) und (73) erhalten wir

$$y = \frac{8c^2}{2+c} T \sum_i \frac{1}{z_i^2 (z_i^2 + c^2) I_0(z_i)} \cdot \frac{e^{m_i x} + e^{-m_i x}}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}} I_0(m_i r) \ldots\ldots (85)$$

$$t = \frac{16c^2}{2+c} T \sum_i \frac{1}{z_i^2 (z_i^2 + c^2) I_0(z_i)} \cdot \frac{I_0(m_i r)}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (86)$$

Wir stellen zuerst die Frage nach der Schnelligkeit, mit welcher die letzten beiden Reihen convergiren. Das erste Glied ($i = 1$) ist hierbei von den Uebrigen wohl zu unterscheiden. Im ersten Gliede ist $z_i = z_1$ jedenfalls eine relativ kleine Grösse, wie man aus Tab. III sieht, während in den folgenden Gliedern die z_i durch (76) gegeben sind. Der Factor $z_i^2 (z_i^2 + c^2)$ ist, wenn $c = 0{,}0006862$ gesetzt wird, bei $i = 1$ rund hundert Millionen mal kleiner, als bei $i = 2$ und selbst für $c = 0{,}1$ noch rund 7400 mal kleiner. Andererseits werden die $I_0(z_i)$ mit wachsendem i kleiner. Es ist $I_0(z_1)$ nahe gleich Eins, $I_0(z_2) = 0{,}403$ u. s. w. Die ferneren $I_0(z_i)$ sind nahezu die aufeinanderfolgenden Maximumwerthe der Function $I_0(z)$, welche, wie man aus der Zeichnung sehen kann, langsam abnehmen. Auf jeden Fall ist aber, ganz abgesehen von dem Factor

$$\frac{e^{m_i x} + e^{-m_i x}}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (87)$$

das zweite Glied von (85) und (86) klein im Vergleich mit dem ersten. Da nun die m_i den z_i proportional sind, so ist jedenfalls m_2 bedeutend grösser als m_1. Hieraus folgt, dass, wenn

x nicht nahe gleich $\frac{l}{2}$ ist, der Factor (87) für $i = 2$ sehr viel kleiner sein muss, als für $i = 1$. Man bedenke, dass wir (bei der Bestimmung von c) das Millimeter als Längeneinheit angenommen haben und daher l jedenfalls practisch gleich mehreren hundert Einheiten sein wird. Nehmen wir gleich den mittleren, uns am meisten interessirenden Querschnitt, für welchen (86) gilt und für welchen der Factor (87) die Form

$$\frac{2}{e^{m_i \frac{l}{2}} + e^{-m_i \frac{l}{2}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (88)$$

annimmt. In allen practisch vorkommenden Fällen wird dieser Factor für $i = 2$ verschwindend klein sein, im Vergleich mit demselben bei $i = 1$.

Für einen geschwärzten Kupferstab ($R = 13{,}07$ Mm., $\frac{l}{2} = 272{,}5$ Mm.) war z. B. der Coefficient von $I_0(m_i r)$ im ersten Gliede der Reihe (86) eine endliche Grösse, während der Coefficient des zweiten Gliedes den Factor 10^{-32} hat. Dasselbe ist also völlig verschwindend im Vergleich mit dem ersten, welches in (86) allein zu berücksichtigen ist. Man überzeugt sich leicht, dass dies auch für (85) gilt, wenn sich x um mehr als 5 Mm. von $\frac{l}{2}$ unterscheidet.

Wie bereits oben gesagt, ist die durch (66) und (70) gegebene Reihe insofern unsicher, als ihre Convergenz nicht nachgewiesen ist. Dasselbe gilt also auch für (85) und (86). Die allgemeinen Formeln (73,a) zeigen aber, dass für jede Function $\varphi_1(r) = \varphi_2(r)$, die sich in eine Reihe von der Form (66) zerlegen lässt, das eben Gesagte gelten muss. Setzen wir als einfachsten Fall

$$\varphi_1(r) = \varphi_2(r) = a_1 I_0(m_1 r),$$

so verbleiben in den Ausdrücken für y und t in (73,a) überhaupt nur je das erste Glied. Wie man aus (82) sieht, entspricht diese Formel einer fast constanten Temperatur an den Endflächen des Cylinders. Ist

$$\varphi_1(r) = \varphi_2(r) = a_i I_0(m_i r), \text{ wo } i > 1$$

so ist

$$t = 0 \text{ und } y = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (88,\text{a})$$

für jedes x, das nicht nahe gleich $\frac{l}{2}$ ist. Es hängt dies damit zusammen, dass die Mitteltemperatur an den Endflächen

$$\frac{2 c a_i}{z_i^2} I_0(z_i) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (88,\text{b})$$

für $i > 1$ sich nur wenig von Null unterscheidet. Setzen wir sogar $c = 0{,}01$, so ist für $i = 1$ die Mitteltemperatur nahe gleich a_1; für $i = 2$ ist sie gleich $0{,}005\, a_2$; für $i = 3$ gleich $0{,}001\, a_3$ u. s. w. Für noch kleinere c gelten die Formeln (88, a) ohne Weiteres.

In allen Querschnitten, für welche sich die Reihen (73, a) oder eventuell die speciellen (85) und (86) auf die ersten Glieder reduciren, ist die Temperatur y eine Function von der Form

$$y = KI_0\left(z_1 \frac{r}{R}\right), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (89)$$

wo K eine Constante ist.

Die entsprechende Temperaturvertheilung wollen wir als normale bezeichnen. Wir finden sie in dem weitaus grössten Theile des oben betrachteten Kupferstabes und dürfen ohne Weiteres annehmen, dass sie, besonders für die mittleren Theile des Stabes, bei jeder Form der Functionen $\varphi_1(r)$ und $\varphi_2(r)$ gilt, da ja die ausserordentliche Kleinheit des Factors (88) für $i > 1$ stets ausschlaggebend sein muss.

Für den mittleren Querschnitt setzen wir also

$$t = AI_0\left(z_1 \frac{r}{R}\right), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (90)$$

wo A eine Constante ist.

Im Centrum des mittleren Querschnittes haben wir die Temperatur

$$t_0 = A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (91)$$

und an der Peripherie

$$t_0' = AI_0(z_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (92)$$

Das Verhältniss dieser Temperatur ist

$$\frac{t_0'}{t_0} = I_0(z_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (93)$$

Für die Grösse rechter Hand hatten wir in (82) einen nur in extremen Fällen ungenügenden Näherungswerth erhalten, so dass

$$\left.\begin{aligned} \frac{t_0'}{t_0} &= \left(\frac{4}{4+c}\right)^2 \text{ oder auch } \frac{2}{2+c} \\ c &= R\frac{h}{k} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (94)$$

gesetzt werden kann.

Wir wollen die Formel (94) an einigen Zahlenbeispielen anwenden.

I. Geschwärzter Kupferstab, 26,15 Mm. dick und 545 Mm. lang. Es ist $R = 13{,}07$ Mm., $\frac{l}{2} = 272{,}5$ Mm. Directe Versuche nach der Cap. II erläuterten Methode ergaben

$$\frac{h}{k} = 0{,}000052502$$

und also $R\frac{h}{k} = c = 0{,}0006862$.

(94) giebt

$$\frac{t_0'}{t_0} = 0{,}9996570 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (95)$$

Ist also z. B. im Centrum des Querschnittes die Temperatur gleich 100°, so ist sie an der Peripherie gleich 99,9657°.

II Cylinder, ebenso dick und lang als der vorige; die Wärmeleitung aber etwa 7 mal schlechter, als die des Kupferstabes.

Es sei $c = 0{,}004$. (94) giebt

$$\frac{t_0'}{t_0} = 0{,}99800.$$

Ist im Centrum des Querschnittes die Temperatur gleich 100°, so ist sie an der Peripherie gleich 99,8°.

VERSUCHE.

Nachdem im Frühling 1889 an einem Kupferstabe eine Reihe vorläufiger Versuche gemacht waren, wurde im Herbst ein Messingstab einer vollständigen Untersuchungsreihe unterworfen. Ich wählte gelben Messing, da gerade für diese Legirung L. Lorenz (Wied. Ann. XIII, p. 598) einen verhältnissmässig sehr grossen Werth für den Temperaturcoefficienten α_2 der inneren Wärmeleitung k gefunden hatte. Der benutzte Messingstab hat eine Gesammtlänge von 810 Mm.; der Radius des runden Querschnittes ist 13 Mm. Die beiden Enden des Stabes sind ein wenig conisch verjüngt; dieselben wurden in Dämpfen von kochendem Wasser oder Anilin erwärmt. Zu diesem Zwecke wurde der Stab durch entsprechende Oeffnungen in zwei einander gegenüberstehenden verticalen dünnen Holzwänden so hindurchgesteckt, dass auf jeder Seite Enden von etwa 80 Mm. Länge herausragten, auf welche die zur Erwärmung dienenden Gefässe aufgesetzt wurden. Diese Letzteren (2 für Wasser und 2 für Anilin) sind cylindrische Kupfergefässe, 15 Cm. hoch und 11 Cm. breit. In der Mitte der Höhe ist seitwärts eine Kupferröhre eingesetzt, welche 8 Cm. tief in das Innere des Gefässes hineinragt und nach Aussen eine nur kurze Fortsetzung hat. Das innere Ende der Röhre ist geschlossen. In den Deckel des Gefässes sind zwei Kupferröhren eingefügt, von denen die Eine zur Einführung eines Thermometers dient, dessen Angaben übrigens nur ganz allgemein anzeigen sollten, ob das Sieden der betreffenden Flüssigkeit bei anhaltend gleichmässiger Temperatur erfolgt. Die zweite Röhre ist mit einem verticalen Kühlapparat verbunden, welcher die Wasser- oder Anilindämpfe beständig condensirt und in das Gefäss zurückfliessen lässt. Vermittelst der erwähnten Seitenröhren wurden je zwei solcher Gefässe auf die conisch abgedrehten Enden des Stabes fest aufgesetzt; die Gefässe berührten hierbei fast die Aussenseite der Holzwände, in deren Durchbohrungen die kurzen hervorragenden Enden der Röhren zu liegen kamen. In die Gefässe wurde Wasser oder Anilin gegossen und durch Gasflammen zu gleichförmigem Kochen gebracht; die Röhren mit den Stabenden befanden sich hiebei oberhalb der Flüssigkeit.

In den Stab wurden drei Löcher gebohrt, je 18,5 Mm. tief und 5,8 Mm. breit; die Entfernung je zweier Löcher von einander betrug 272,5 Mm.; die äusseren beiden Löcher waren etwa 50 Mm. von den Holzwänden entfernt. Der zwischen ihnen befindliche Theil des Stabes, 545 Mm. lang, war eben derjenige, an welchem die Temperaturen T_1, T_2 und t gemessen werden sollten.

Die Messung dieser Temperaturen geschah durch Thermometer von Fr. Müller (vorm. Geissler) in Bonn, deren sehr kleine cylindrische Quecksilberreservoire nebst daran

geschmolzener Röhre jene Löcher fast vollständig ausfüllten. Der, in dem unteren Theile etwas grössere Zwischenraum wurde nicht mit Quecksilber, sondern mit Glycerin ausgefüllt, von dem weniger als zwei Tropfen genügten. Der Vortheil des Glycerins, eines relativ guten Wärmeleiters, gegenüber dem Quecksilber ist ein doppelter. Erstens dringt das *Hg* in das Metall des Stabes ein und verursacht auf diese Weise eine bedeutende Aenderung der Homogenität. Ausserdem haftet aber das *Hg* nicht an dem Glas des Thermometers; es zieht sich zu Tropfen zusammen, ohne den, besonders im oberen Theil der Löcher äusserst schmalen Zwischenraum zwischen Metall und Glas auszufüllen. Das Glycerin dagegen benetzt gleichmässig Metall und Glas und füllt, wie man von Aussen deutlich sehen kann, jenen Zwischenraum vollständig aus. Das Einführen der Thermometer muss aber sehr vorsichtig und langsam geschehen, damit keine Luftblasen in dem Glycerin bleiben. Die Thermometer wurden nach jeder Versuchsreihe, im ganzen dreimal, auf den Null- und Siedepunct geprüft; die beobachteten Veränderungen waren nur äusserst geringe.

Zwei Umstände bedurften einer besonderen Untersuchung: erstens befand sich ein langer Quecksilberfaden des Thermometers ausserhalb des Stabes, was die Nothwendigkeit eine bedeutende Correction einzuführen veranlasste; es wurde zu diesem Zwecke auf übliche Weise an einem Hülfsthermometer die Lufttemperatur in halber Höhe des Quecksilberfadens abgelesen. Zweitens war bei einigen Thermometern der unterste Theil der Röhre, der sich unmittelbar an das *Hg*-Reservoir anschliesst, bedeutend verdickt und es ragte dieser verdickte Theil ein klein wenig über die Oberfläche des Stabes heraus, so dass die Befürchtung entstehen musste, dass die jenen Theil der Röhre füllende Quecksilbermenge nicht die richtige Temperatur des Stabquerschnittes annehmen würde. Um nun sowohl die Richtigkeit der Correction für den Quecksilberfaden zu prüfen, als auch den Einfluss des erwähnten unteren verdickten Röhrenendes zu bestimmen, bin ich auf folgende Weise vorgegangen. Ein Kupferkessel wurde halb mit Wasser gefüllt und mit einem dünnen Blechdeckel versehen, der an der Einen Seite so in die Höhe umgebogen war, dass das Innere des Gefässes durch eine schmale unbedeckte Stelle mit dem äusseren Raume communicirte. In dem Deckel war ein kleines Loch gebohrt, durch welches das zu prüfende Thermometer eingeführt werden konnte. Das Wasser wurde anhaltend gekocht und zuerst die Temperatur der Dämpfe bestimmt, wobei die Correction für den herausragenden Faden auf die oben erwähnte Weise bestimmt wurde. Es zeigte sich, dass dieselbe mit grosser Genauigkeit dem gerade vorhandenen Luftdruck entsprach (99,79° bei 753,8 Mm. Luftdruck). Hierauf wurde eines der Thermometer, bei denen das untere Röhrenende die erwähnte Verdickung zeigte, nur so tief in das Gefäss eingeführt, wie tief es bei den Versuchen in den Löchern des Stabes drinsass; ein kleines Ende der Verdickung ragte heraus und das Thermometer befand sich in einer Lage, die derjenigen im Stabe in hohem Grade analog war (metallische Oberfläche u. s. w.). Nachdem die Temperatur sich eingestellt hatte, wurde das Thermometer etwa 5 Mm. tiefer eingeführt, sodass der ganze verdickte Röhrentheil sich unterhalb des Deckels befand. Hiebei stieg die Angabe des Thermometers um 0,2°. Als aber derselbe Versuch

durch gleich tiefes Einführen eines anderen Thermometers, das keine verdickte Röhre besass, wiederholt wurde, zeigte sich genau dasselbe Steigen des Thermometers um 0,2°. Offenbar erklärt sich dieses Steigen dadurch, dass das Quecksilberreservoir bei der ersten Einführung sich sehr nahe am Deckel befand, der natürlich sehr stark Wärme ausstrahlte. Jene 0,2° entsprechen also offenbar einer factischen Temperaturdifferenz in der Nähe des Deckels; dieselbe wurde grösser, wenn das Wasserniveau im Gefäss sank. Durch das Herausragen des verbreiterten Röhrentheiles konnte also kein merklicher Fehler entstehen.

Die Temperatur der Luft wurde durch zwei Thermometer bestimmt, die symmetrisch zu beiden Seiten des Stabes in einiger Entfernung aufgestellt und durch Pappdeckel vor directer Strahlung geschützt waren.

Die Versuche wurden an dem Einen geschlossenen Ende eines länglichen, sehr hohen Zimmers ausgeführt, an dessen anderem Ende zwei einander gegenüberliegende offene Flügelthüren in anstossende grosse Säle führten. Es zeigte sich, dass die Temperatur der Luft während der vielstündigen Versuche oft fast völlig constant blieb. Wurde das Mittel aus den mehrstündigen Anzeigen der beiden Thermometer genommen, so wurden in den meisten Fällen fast identische Resultate erhalten. Ich führe einige Beispiele an.

26. Oct. 89. Beide Enden des geschwärzten Messingstabes in Anilindämpfen.

	I	II
2^h15^m	19,45	19,60
2^h45^m	19,60	19,70
3^h15^m	19,75	19,75
3^h45^m	19,75	19,70
4^h15^m	19,75	19,80
4^h45^m	19,75	19,75
5^h15^m	19,80	19,80
Mittel	19,69	19,73
Thermometercorrection	— 0,10	— 0,17
Wahre Mittel	19,59	19,56.

Unter I und II sind die eben erwähnten Thermometer zu verstehen.

13. Dec. 89. Das eine Ende des vernickelten Messingstabes in Anilin, das andere in Wasser.

	I	II
1^h15^m	18,70	18,65
1^h45^m	18,90	18,80
2^h15^m	18,90	18,80
2^h45^m	19,15	19,00

	I	II
3^h15^m	19,15	19,00
3^h45^m	19,15	19,00
4^h15^m	19,00	19,00
Mittel	18,99	18,89
Correctionen	— 0,08	± 0,00
Wahre Mittel	18,91	18,89.

27. Dec. 89. Beide Enden des vernickelten Stabes in Wasser.

	I	II
10^h30^m	18,15	18,00
$11^h\ 0^m$	18,10	18,00
11^h30^m	18,20	18,05
$12^h\ 0^m$	18,15	18,05
12^h30^m	18,20	18,15
$1^h\ 0^m$	18,25	18,20
1^h30^m	18,25	18,15
Mittel	18,19	18,09
Correction	— 0,08	± 0,00
Wahre Mittel	18,11	18,09.

Drei Stunden nach Beginn des Versuches war der stationäre Zustand wohl in den meisten Fällen eingetreten und es wurden, von diesem Moment angefangen, die Temperaturen der drei Thermometer halbstündlich, drei bis fünf Stunden lang angeschrieben. Die Temperaturen waren selbstverständlich nicht constant, sondern kleinen Schwankungen unterworfen, die offenbar sehr verschiedene Ursachen haben konnten. Zu diesen gehörte eine merkliche Aenderung der Siedetemperatur des Anilin bei Aenderung des Barometerstandes um 1—2 Millimeter; ferner Veränderungen in der Grösse der Gasflammen, hervorgerufen durch eine am Nachmittag eintretende Aenderung des Gasdruckes. Da jede zufällige Aenderung mehrere Stunden braucht um sich völlig abzugleichen, so konnten die drei gleichzeitig abgelesenen Temperaturen nicht als im strengsten Sinne des Wortes zusammengehörige Werthe betrachtet werden. Es wurden daher für jedes der drei Thermometer die Mittelwerthe der beobachteten Temperaturen genommen. Ich führe einige Beispiele an. Unter *A*, *B* und *C* sollen die direct an den drei Thermometern abgelesenen Temperaturen zu verstehen sein.

d. 27. Oct. 89. Geschwärzter Messingstab an beiden Enden in Anilin.

	A	*B*	*C*
2^h15^m	133,45	81,95	135,65
2^h45^m	133,35	81,85	135,75
3^h15^m	133,20	81,85	135,90
3^h45^m	133,20	81,95	135,75
4^h15^m	133,30	81,85	135,60
4^h45^m	133,40	81,90	135,60
Mittel	133,32	81,88	135,71.

An diese Mitteltemperaturen wurde zuerst die Correction der betreffenden Thermometer und dann die für den herausragenden Faden angebracht und zuletzt die Lufttemperatur (im obigen Falle 19,43°) abgezogen. Auf diese Weise wurden die drei gesuchten Temperaturen

$$T_1 = 114{,}44 \qquad t = 62{,}70 \qquad T_2 = 116{,}74$$

erhalten.

d. 31. Oct. 89. Geschwärzter Messingstab; das eine Ende in Wasser, das andere in Anilin. Wegen guter Constanz der Zahlen sind nur vier Beobachtungen gemacht.

	A	*B*	*C*
$4^h\ 0^m$	131,80°	67,70°	83,70°
4^h30^m	131,90	67,70	83,60
$5^h\ 0^m$	132,00	67,80	83,60
5^h30^m	132,00	67,75	83,60
Mittel	131,92	67,74	83,62.

Lufttemperatur 18,64°. Hieraus

$$T_1 = 113{,}67 \qquad t = 49{,}11 \qquad T_2 = 65{,}36.$$

d. 25. Nov. 89. Geschwärzter Messingstab an beiden Enden in Wasser.

	A	*B*	*C*
1^h30^m	83,15	54,80	83,05
$2^h\ 0^m$	83,15	54,80	83,10
2^h30^m	83,20	54,75	83,05
$3^h\ 0^m$	83,15	54,75	83,00
3^h30^m	83,15	54,80	83,00
$4^h\ 0^m$	83,20	54,75	83,00
Mittel	83,18	54,77	83,03.

Lufttemperatur 18,17°. Hieraus

$$T_1 = 65{,}35 \qquad t = 36{,}52 \qquad T_2 = 65{,}24°.$$

Es könnte scheinen, als müsste die Einbohrung dreier Löcher einen bedeutenden Einfluss auf die Art der Wärmevertheilung haben. Man muss aber bedenken, dass der der Untersuchung unterworfene Stab nur aus demjenigen Theile des Ganzen besteht, welcher sich zwischen den beiden äusseren Löchern befindet. Es befindet sich auf der Länge l also nur Ein Loch, dessen Dimensionen überdies nur klein sind. Ich habe für den Messingstab auch den Temperaturcoefficienten der electrischen Leitungsfähigkeit, resp. des electrischen Widerstandes bestimmt. Herr L. Lorenz hat bereits 1872 die Vermuthung ausgesprochen (Pogg. Ann. 147, p. 429), dass das Verhältniss zwischen der Leitungsfähigkeit eines reinen Metalles für die Wärme und die Electricität proportional sei der absoluten Temperatur. Die 1881 publicirten Resultate seiner Experimentaluntersuchungen bestätigten die Richtigkeit dieser Vermuthung nicht nur für reine Metalle, sondern auch für Legirungen (Wied. Ann. 13, p. 598). Bezeichnet man die electrische Leitungsfähigkeit mit e, so lautet das Lorenz'sche Gesetz

$$\frac{k}{e} = CT,$$

wo T die absolute Temperatur und C eine für alle Metalle constante Grösse ist. Ist w der electrische Widerstand, so kann man auch

$$kw = CT$$

schreiben. Bezeichnet man ferner den Temperaturcoefficienten des electrischen Widerstandes mit β, so erhält man

$$(a) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1 + 100\,\alpha_2)\,(1 + 100\,\beta) = 1{,}367$$

als Ausdruck des Lorenz'schen Gesetzes. Uebrigens schwanken die von Lorenz gegebenen Zahlen für $(1 + 100\,\alpha_2)\,(1 + 100\,\beta)$ zwischen 1,294 (Antimon) und 1,530 (Eisen).

Für gelben Messing fand ich

$$(b) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1 + 100\,\beta = 1{,}2148.$$

Die Grösse β bestimmte ich auf folgende Weise. Von Herrn Mechaniker Petermann wurde ein Stück eines Stabes von derselben Sorte Messing von etwa 145 Mm. Länge bis auf eine Dicke von 22,4 Mm. abgedreht und dann zu einer Röhre von 0,65 Mm. Wanddicke ausgehöhlt. Der mittlere, 70 Mm. lange Theil der Röhre wurde spiralig zu einem Draht von etwa 4,5 Meter Länge und 0,5 Qu.-Mm. Querschnitt aufgeschnitten. Zu beiden Seiten blieben kurze, ringförmige Stücke von je 6—7 Mm. Breite stehen; die je 30 Mm. langen Enden der Röhre wurden ebenfalls spiralig zu etwa 2,5 Mm. breiten und 60 Cm. langen Bändern aufgeschnitten. Der so erhaltene Draht wurde, ein wenig auseinandergezogen (so dass sich seine Windungen nicht berührten), auf einer Glasröhre befestigt, während die breiten Ränder dazu dienten, den Draht in die Kette einzuführen, indem sie direct in Queck-

silbernäpfchen tauchten. Für den Temperaturcoefficienten β des electrischen Widerstandes wurde

$$\beta = 0{,}002148 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (c)$$

gefunden.

Mit dem Messingstab wurden zwei Versuchsreihen ausgeführt.

I. Erste Versuchsreihe. Der Stab war mit einer Schicht schwarzer matter Farbe bedeckt.

Um mit Hülfe der Gleichung (30) die drei Grössen $n\frac{l}{2}$, α_1 und α_2 zu finden, müssen drei zusammengehörige Werthe von T_1, t und T_2 beobachtet werden. Dies geschah durch Beobachtung des stationären Temperaturzustandes, wenn erstens beide Enden in Dämpfen von kochendem Anilin erwärmt wurden, zweitens das eine Ende in Anilin, das andere in Wasser, drittens beide Enden in Wasser. Die Gleichung (30) kann in der Form

$$n\frac{l}{2} = a - b\alpha_1 + c\alpha_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (d)$$

geschrieben werden.

Ich führe nun die sämmtlichen Beobachtungen an.

1. Beide Enden in Anilin; fünf Versuche.

T_1	t	T_2	a	b	c
112,96	61,20	113,22	1,224291	42,842	52,282
112,24	60,87	112,09	1,220992	42,448	51,756
112,10	61,96	116,75	1,223224	43,334	52,896
114,44	62,70	116,74	1,222834	43,744	53,368
113,85	62,39	116,18	1,221406	43,532	53,091
		Mittel	1,222549	43,180	52,522.

2. Das eine Ende in Anilin, das andere in Wasser; sechs Versuche.

T_1	t	T_2	a	b	c
113,67	49,11	65,36	1,207130	34,615	45,429
113,21	49,34	65,69	1,201489	34,808	45,780
113,21	49,54	65,55	1,195518	34,372	44,937
66,34	50,44	117,11	1,205127	35,413	46,627
66,78	50,97	118,05	1,201696	35,651	46,929
66,13	51,12	118,43	1,196308	35,597	46,975
		Mittel	1,201211	35,076	46,113.

3. Beide Enden in Wasser; sechs Versuche.

T_1	t	T_2	a	b	c
64,81	36,38	64,71	1,179453	24,284	29,295
65,37	36,79	65,41	1,175746	24,614	29,679
65,61	36,75	65,56	1,182607	24,608	29,712
65,35	36,52	65,24	1,184772	24,516	29,615
65,70	36,80	65,23	1,178739	24,542	29,601
64,62	36,29	64,02	1,174204	24,102	29,055
		Mittel	1,179253	24,444	29,493.

Durch Einsetzen der Mittelwerthe von a, b und c in die Gleichung (d), erhalten wir

$$n\frac{l}{2} = 1{,}222549 - 43{,}180\,\alpha_1 + 52{,}522\,\alpha_2$$
$$n\frac{l}{2} = 1{,}201211 - 35{,}076\,\alpha_1 + 46{,}113\,\alpha_2$$
$$n\frac{l}{2} = 1{,}179253 - 24{,}444\,\alpha_1 + 29{,}493\,\alpha_2.$$

Hieraus erhält man

$$n\frac{l}{2} = 1{,}122359 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (e)$$
$$\alpha_1 = 0{,}003214 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (f)$$
$$\alpha_2 = 0{,}000735 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (g)$$

Die letztere Zahl zeigt, dass die Wärmeleitung des gelben Messings mit der Temperatur steigt.

Die Werthe (c) und (g) geben

$$(1 + 100\,\alpha_2)\,(1 + 100\,\beta) = 1{,}304, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (h)$$

eine Zahl, die sich nicht übermässig von der von Lorenz vermutheten 1,367 unterscheidet.

II. Zweite Versuchsreihe. Der Stab war vernickelt.

Die schwarze Farbe wurde weggebracht und der Stab vernickelt. Hierdurch wurde die äussere Wärmeleitung, die wir jetzt durch h' bezeichnen wollen, bedeutend verändert. Auch der Temperaturcoefficient dieser Grösse konnte jetzt ein ganz anderer sein; er soll durch α_1' bezeichnet werden, sodass wir jetzt statt (d)

$$n'\frac{l}{2} = a - b\alpha_1' + c\alpha_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

haben.

1. Beide Enden in Anilin; drei Versuche.

T_1	t	T_2	a	b	c
125,77	86,57	130,81	0,946109	44,277	50,427
124,63	85,12	129,66	0,956748	44,118	50,377
125,76	85,65	130,00	0,956194	44,353	50,632
		Mittel	0,953017	44,249	50,478.

2. Das eine Ende in Anilin, das andere in Wasser; drei Versuche.

T_1	t	T_2	a	b	c
71,90	67,60	127,30	0,938234	34,912	44,485
71,76	67,35	127,08	0,940721	34,937	44,545
71,90	67,43	126,50	0,936185	34,722	44,138
		Mittel	0,938380.	34,857	44,389.

3. Beide Enden in Wasser; drei Versuche.

T_1	t	T_2	a	b	c
68,31	46,43	67,90	0,934435	23,334	26,469
68,45	46,61	67,56	0,924787	23,220	26,303
69,24	46,79	68,29	0,934734	23,602	26,800
		Mittel	0,931318	23,385	26,524.

Durch Einsetzen der Mittelwerthe von a, b und c in die Gleichung (i) erhalten wir

$$n' \frac{l}{2} = 0{,}953017 - 44{,}249\,\alpha_1' + 50{,}478\,\alpha_2$$

$$n' \frac{l}{2} = 0{,}938380 - 34{,}857\,\alpha_1' + 44{,}389\,\alpha_2$$

$$n' \frac{l}{2} = 0{,}931318 - 23{,}385\,\alpha_1' + 26{,}524\,\alpha_2.$$

Hieraus erhält man

$$n' \frac{l}{2} = 0{,}906411 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (k)$$

$$\alpha_1' = 0{,}002242 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (l)$$

$$\alpha_2 = 0{,}001037 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (m)$$

Die beiden Werthe (g) und (m) unterscheiden sich allerdings relativ bedeutend von einander. Doch muss man bedenken, dass es sich hier um eine Grösse handelt, deren Vorzeichen selbst bis jetzt nicht feststeht. Haben doch für manche Metalle die einen Forscher

ein Anwachsen, die anderen ein Sinken der Leitungsfähigkeit für Wärme mit wachsender Temperatur gefunden. Unter solchen Umständen kann die Uebereinstimmung der Werthe (*g*) und (*m*) wohl als genügend angesehen werden um die Anwendbarkeit unserer Methode zu beweisen.

Die Werthe (*c*) und (*m*) geben

$$(1 + 100\,\alpha_2)\,(1 + 100\,\beta) = 1{,}341,$$

welche Zahl der von Hr. Lorenz vermutheten 1,367 näher kommt als die in (*h*) gefundene.

Das Mittel aus (*g*) und (*m*) ist

$$\alpha_2 = 0{,}000886.$$

Diese Zahl giebt

$$(1 + 100\,\alpha_2)\,(1 + 100\,\beta) = 1{,}323.$$

Versuche mit Kupfer. Im Februar 1890 habe ich auf die gleiche Weise die Wärmeleitungsfähigkeit eines Kupferstabes untersucht, für welchen $R = 13{,}07$ Mm., $l = 545$ Mm. war. Der Stab war vernickelt. Jede von den drei Erwärmungsarten wurde nur zweimal angewandt, dafür aber der Versuch rund 10 Stunden lang fortgesetzt, so dass die Temperaturen T_1, T_2 und t aus einer grossen Anzahl beobachteter Werthe als Mittel berechnet wurden. Der Temperaturcoefficient β des electrischen Widerstandes wurde auf die oben geschilderte Weise bestimmt und es ergab sich

$$1 + 100\,\beta = 1{,}4029 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (n)$$

Für die Grössen $n'\frac{l}{2}$, α'_1, α_2 (wir schreiben n' und α_1' entsprechend der obigen Bezeichnung für den vernickelten Messingstab) wurden die Gleichungen erhalten:

$$n'\tfrac{l}{2} = 0{,}648074 - 38{,}734\,\alpha'_1 + 41{,}344\,\alpha_2,$$
$$n'\tfrac{l}{2} = 0{,}624357 - 29{,}148\,\alpha'_1 + 37{,}310\,\alpha_2,$$
$$n'\tfrac{l}{2} = 0{,}606501 - 19{,}548\,\alpha'_1 + 20{,}711\,\alpha_2.$$

Dieselben ergeben

$$n'\tfrac{l}{2} = 0{,}569996 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (o)$$
$$\alpha_1' = 0{,}002672 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (p)$$
$$\alpha_2 = 0{,}0004694 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (q)$$

Danach ändert sich also die Wärmeleitung des benutzten Kupferstabes nur sehr wenig mit der Temperatur.

Der Werth (n) giebt

$$(1 + 100\,\alpha_2)\,(1 + 100\,\beta) = 1{,}4688.$$

Die Zahlen (k) und (o) können dazu dienen, das Verhältniss der Wärmeleitungen von Kupfer und Messing bei 0° zu bestimmen. Wir erhalten

	k
Kupfer	100
Messing	39,546.

Druckfehler. S. 11 Formel (31) muss im Zähler des zweiten Gliedes rechts $T + t$ statt $T - t$ und im letzten Gliede T statt T_1 gesetzt werden.

A5282
S32

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 13 ET DERNIER.

BEITRÄGE
ZUR
CRANIOLOGIE DER AINOS
AUF SACHALIN.

VON

Prof. **A. Tarenetzky.**

(*Lu le 8 mai 1890.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & C° et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (Haessel.)

Prix: 90 Cop. = 2 Mark 25 Pf.

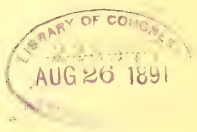
MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXXVII, N° 13 ET DERNIER.

BEITRÄGE
ZUR
CRANIOLOGIE DER AINOS
AUF SACHALIN.

VON

Prof. A. Tarenetzky.

(*Lu le 8 mai 1890.*)



ST.-PÉTERSBOURG, 1890.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & C° et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (Haessel.)

Prix: 90 Cop. = 2 Mark 25 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juillet 1890. A. Strauch, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.

Man kann mit vollem Rechte die Behauptung aufstellen, dass der Stamm der Ainos sowohl in anthropologischer, als auch ethnographischer Hinsicht eines der interessantesten Völker des östlichen Asiens ist. Verbreitet über eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Inseln des japanischen und ochotskischen Meeres, überall nur in geringer Zahl auftretend, bilden die Ainos sowohl durch ihre physischen Eigenschaften, als auch durch Charakter und Sitten einen scharfen Gegensatz zu den sie von allen Seiten umgebenden, grösstentheils rein mongolischen Stämmen. Das wissenschaftliche Interesse steigert sich noch dadurch, dass dieser Stamm gewissermaassen völlig vereinzelt dasteht, da es wenigstens bis jetzt noch nicht gelungen ist, weder auf den von den Ainos bewohnten Inseln, noch auf dem asiatischen Continente Völker aufzufinden, welche als stammverwandt zu ihnen könnten angenommen werden. Wir wissen im Gegentheil, dass ohne Ausnahme alle an die Ainos unmittelbar angrenzenden Stämme, wie die Japaner im Süden und die Giljaken und Italmenen im Norden, in einem fortwährend feindseligen Verhältniss zu den Ainos standen, dieselben im Laufe der Zeit theils verdrängten oder vernichteten, theils, wie z. B. die Japaner, zwangen, sich mit Verlust jeder Selbstständigkeit mit dem Unterdrücker zu vermischen und sich vollständig demselben zu assimiliren. Noch in der letzten Zeit trat in Folge der Colonisation von Sachalin durch die Russen ein neuer Umstand hinzu, welcher auf die weitere Existenz der Ainos nicht ohne hemmenden Einfluss bleiben wird. Trotzdem man also annehmen kann, dass im Verlaufe eines gewiss nur kurzen Zeitraums die Ainos als selbstständiger Stamm verschwinden werden, ist es doch bis jetzt noch nicht gelungen, ihre anthropologischen Eigenschaften mit der gewünschten Sicherheit festzustellen, oder wenigstens ein genügendes Material anzuhäufen, um zu dieser Arbeit zu schreiten. Sektionen von Ainos zum Zwecke anthropologischer Forschungen sind noch völlig unbekannt, Skelete sind nur in sehr geringer Anzahl und in unvollständigem Zustande vorhanden, sogar die Anzahl der Schädel dieses Stammes ist sowohl in Russland, als auch im übrigen Europa bis jetzt noch eine sehr geringe. Alle diese Gründe bewogen mich, meine Untersuchungen zu publiciren, wobei die vorliegende Arbeit die Craniologie der Ainos behandelt, während eine zweite, zukünftige das Skelet der-

selben und einige Data über Eingeweide enthalten wird. Für die Craniologie hatte ich die Möglichkeit 44 Schädel zu untersuchen und zu messen, unter dieser Zahl befinden sich 5 Schädel in dem Museum der Kaiserlichen militär-medizinischen Akademie und 39 Schädel gehören dem ethnographischen Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Bei dieser Gelegenheit halte ich es für meine Pflicht, Herrn Akademiker von Schrenck für die Bereitwilligkeit meinen Dank auszusprechen, mit welcher er die in der Akademie der Wissenschaften befindlichen Schädel mir zur Verfügung stellte. Ausserdem danke ich Herrn Russow, Conservator an derselben Akademie, für seine freundliche Hülfe bei der Auswahl der Schädel.

Der Stamm der Ainos bewohnt gegenwärtig die nördlichste der Inseln des japanischen Archipelags Yesso, den südlichen Theil der Insel Sachalin und die kurilische Inselreihe bis zur zweiten Insel vor Kamtschatka. Es sind sichere Nachrichten vorhanden, dass in einer früheren Zeit die Ainos sowohl auf Sachalin einen grösseren Distrikt inne hatten, als auch nach Süden zu auf der zweiten der grösseren japanischen Inseln, auf Nippon, wohnten. Die Anzahl der gegenwärtig auf Yesso lebenden Ainos scheint noch nicht mit Sicherheit festgestellt zu sein. Nach japanischer Schätzung leben auf Yesso noch 60,000 Ainos[1]), derselben Meinung ist auch von Brandt[2]), von Siebold[3]) schätzt die Bevölkerung der ganzen Insel auf ungefähr 130,000 Köpfe, von denen ein Drittel die Ainos und die sich jetzt stets vermehrende Mischrasse zwischen Ainos und Japanern ausmacht. Jöst[4]) spricht die Meinung aus, dass heute kaum 20,000 Ainos mehr noch auf Yesso leben, wobei die Dörfer sich meist nur an der Küste befinden, wo die Bewohner zu gleicher Zeit durch Fischfang und Jagd ihren Lebensunterhalt suchen. Nach mir mündlich gemachter Mittheilung scheint auch diese letztere Zahl zu hoch gegriffen zu sein und sich die Anzahl der auf Yesso befindlichen Ainos auf 10,000 bis 13,000 zu beschränken.

Auf Sachalin bewohnen die Ainos die südliche Hälfte, angefangen vom 49° nördlicher Breite, oder genauer genommen, nicht die ganze südliche Hälfte, sondern nur etwas über ein Drittel der Insel, hierbei verbreiten sie sich nicht bloss entlang der Meeresküsten, sondern auch in geringer Anzahl über das Innere der Insel längs manchem ihrer grösseren Flüsse[5]). Bis zum Jahre 1875, in welchem die ganze Insel von Japan an Russland abgetreten wurde, muss die Anzahl der Ainos auf Sachalin eine verhältnissmässig beträchtliche gewesen sein; in Folge der Uebergabe der Insel siedelten viele Ainos auf die Nordküste von Yesso über, so dass gegenwärtig auf Sachalin nur ungefähr etwas über 1500 leben. Diese Zahl ist in

---

1) Wernich, geographisch - medizinische Studien nach den Erlebnissen einer Reise um die Erde. Berlin 1878, p. 103.

2) v. Brandt. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. Berlin 1872, p. 27.

3) von Siebold. Ethnologische Studien über die Aino auf der Insel Yesso. Berlin 1881, p. 5.

4) Jöst. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. Berlin 1882, p. 180.

5) von Schrenck. Die Völker des Amurlandes. St. Petersburg 1881. p. 18.

der letzten Zeit eine ziemlich constante geblieben, da vorzüglich durch das Verbot des Einführens von Branntwein und durch sanitäre Maassregeln gegen die Verbreitung der Syphilis wenigstens dem Aussterben, wenn auch nicht der Vermischung dieses Stammes vorgebeugt wurde.

Das dritte Gebiet der Ainos erstreckt sich fast über die ganze Inselkette der Kurilen bis nach Poromuschir oder der sogenannten zweiten Insel vor Kamtschatka, sichere Angaben über die Zahl ihrer Bewohner stehen mir nicht zur Verfügung.

Ueber die Abstammung der Ainos sind die verschiedensten, häufig diametral entgegengesetzten Meinungen ausgesprochen worden. La Pérouse und Bickmore halten sie für indoeuropäischen Ursprungs, Grey zählt sie sogar zu den Semiten, v. Brandt erklärt sie für stammverwandt mit einigen Indianerstämmen Nordamerika's. Vivien de Saint-Martin betrachtet sie als Angehörige einer besonderen Rasse, welche ursprünglich die gesammte grosse Inselwelt Asiens von Sumatra bis nach den Philippinen bewohnte und deren Abkömmlinge sich noch jetzt im Innern dieser Inseln befinden. Peschel hält es nicht für undenkbar, dass die Ainos zu den Aeta oder Negritos der Philippinen in Verwandtschaftsbeziehungen stehen könnten. Die meisten Beobachter rechnen jedoch die Ainos zur mongolischen Rasse, v. Siebold identifizirt sie mit den Amur-Tungusen und glaubt, dass sie den Amur abwärts wandernd schon in sehr alter Zeit die jetzt von ihnen bewohnten Inseln eingenommen haben. Zu den Mongolen rechnen sie Dobrotworsky, Doenitz und Anutschin, L. v. Schrenck[1]) (dessen Werk ich die eben angegebenen Meinungen über den Ursprung der Ainos entlehnt habe) kommt zu dem Schlusse, «dass wenn man die physische Beschaffenheit und die Sprache der Ainos in Rechnung bringt, sie zwar keiner der jetzigen Völkergruppen schlechtweg zugezählt werden können, dass sie aber doch von continental-asiatischem Ursprung sein müssen. Die meisten Berührungen, Aehnlichkeiten und Verwandtschaften im Schädelbau, in der Gesichtsbildung und Physiognomie, in der gesammten physischen Beschaffenheit bringen sie nicht in die Nähe der oceanischen Völker, sei es der weissen oder der dunkelfarbigen papuanischen Rasse, sondern in die Nähe der Völker vom kaukasischen und mongolischen Stamme, ohne dass sie jedoch dem einen oder dem anderen dieser beiden einverleibt werden könnten. Man wird nicht anstehen, sie für ein durch mongolische Völkerschaften frühzeitig vom Festlande Asiens nach seinem insularen Ostrande verdrängtes, also paläasiatisches Volk zu erklären». v. Schrenck glaubt, dass die Ainos nicht, wie Siebold meint, den Amur hinabgegangen sind, sondern dass sie von Korea aus auf die japanischen Inseln, speziell nach Nippon übergingen und von hier aus sich über Yesso, Sachalin und die Kurilen verbreiteten. Zur Stütze dieser Vermuthung führt er die Angabe von Richthofen an, dass es an der chinesisch-koreanischen Grenze zwei Typen von Koreanern giebt, von denen der eine, nach Abbildungen zu urtheilen, an die Ainos von Yesso erinnert.

Bei dem Mangel jeder authentischen Quellen über den Ursprung der Ainos ist es sehr

1) v. Schrenck. l. c., p. 274.

schwer oder vielleicht sogar unmöglich zu einem festen Schlusse in dieser Hinsicht zu kommen. Solange noch die Beobachtung von Richthofen über das Vorkommen in Korea eines den Ainos ähnlichen Stammes nicht durch sichere anthropologische Beobachtungen bestätigt ist, stehen die Ainos unter den sie umgebenden mongolischen Völkern völlig isolirt und auch ohne jede Stammverwandte auf dem asiatischen Continente da. Ich bin mit der Meinung L. v. Schrenck's vollständig einverstanden, dass dieselben ein paläasiatisches Volk sind, und halte sie für ein Volk, welches, solange sein Uebergang vom Continente nicht bewiesen ist — und sogar das Auffinden von Ainoähnlichen Koreanern würde diesen Uebergang nicht beweisen, — autochthon seinen Wohnsitz auf den grossen Inseln an der Ostküste von Asien hatte. Sie gehören weder zur kaukasischen, noch zur mongolischen Rasse und bilden, obgleich sie gewisse Eigenthümlichkeiten jeder dieser beiden Rassen an sich tragen, so zu sagen, eine Rasse für sich.

Es liegt nicht in dem Plane der vorliegenden Arbeit, welche speziell nur die Craniologie dieses Volkes zu ihrer Aufgabe hat, ein Bild seiner übrigen körperlichen Eigenschaften zu entwerfen, auf einen Umstand möchte ich jedoch aufmerksam machen, welcher für den speziellen Rassencharakter der Ainos vielseitig zur Sprache gekommen ist. Fast alle Beobachter, welche mit den Ainos in nähere Berührung traten, sprechen sich bei der Beschreibung des Gesichtes derselben völlig kategorisch gegen jede Identifizirung desselben mit dem mongolischen aus und betonen im Gegentheil seine frappante Aehnlichkeit mit dem von Europäern, speziell von grossrussischen Bauern. In meinem Besitz befindet sich der ausgezeichnet conservirte Kopf eines Aino von mittlerem Alter mit stark entwickeltem Kopf und Barthaar. Dieser Kopf macht weder den Eindruck eines Mongolen, noch den eines russischen Bauern, obgleich man sowohl in der Bildung des Gesichts, als auch in der Anordnung des Haars gewisse Eigenthümlichkeiten jeder dieser beiden Rassen auffinden kann. Mongolenähnlich ist die breite und horizontal wenig gewölbte Stirn, die ungemeine Breite des Gesichtes unterhalb der Augen, ohne dass jedoch die Backenknochen besonders hervorstehen, die buschigen bürstenartigen Augenbraunen und die gelbe Hautfarbe; gegen den Mongolen spricht der völlig horizontale Schlitz der Augen und besonders der reiche Haarwuchs sowohl des Kopfes, als auch des Vollbartes. Europäisch, speziell russisch, ist das Gesicht jedenfalls nicht, seine Form, besonders die der Nase, seine Breite, die gelbe Farbe der Haut, die verhältnissmässig vereinzelt gestellten Kopf- und Barthaare, die Dicke der einzelnen Haare und ihre glänzend schwarze Farbe geben bei einer eingehenderen Betrachtung ein Bild, welches von der Physiognomie z. B. eines russischen Bauern himmelweit verschieden ist. Dass der erste oberflächliche Eindruck von einem Aino, respective eines bejahrten, besonders in Folge des langen buschigen Bartes, oder Photographien, auf welchen diese Eigenthümlichkeit noch mehr in die Augen fällt, die Erinnerung an die bärtigen Physiognomien russischer Bauern erwecken konnte, ist leicht begreiflich, das Bild verändert sich aber vollständig, sobald man die Einzelnheiten einer strengeren Controle unterwirft. Dass die Weiber der Ainos keine Spur von europäischen Gesichtszügen aufweisen, davon kann man sich leicht an jeder Photographie derselben überzeugen.

Fasst man die Ainos als eine selbstständige, in früherer Zeit weiter als jetzt verbreitete Rasse auf, so muss man doch eingestehen, dass gegenwärtig und vielleicht schon in Verlauf von Jahrhunderten diese früher reine Rasse sich grösstentheils in eine Mischrasse verwandelt hat. Umgeben von allen Seiten von mongolischen Stämmen sind die Ainos selbst im Laufe der Zeit stark mongolisirt worden. Den grössten Einfluss haben in dieser Beziehung jedenfalls die Japaner ausgeübt, durch deren oft gewaltsames Assimilationsverfahren, z. B. auf Nippon, die Ainos völlig verschwunden oder besser gesagt, völlig in die Japaner aufgegangen sind. Auf Yesso halten sie sich noch auf der Nord- und Westküste mehr oder weniger rein, während auf dem übrigen Theile der Insel die eigentlichen Ainos mehr und mehr einer Mischrasse aus ihnen und den Japanern Platz machen. Auf Sachalin herrschen ähnliche Verhältnisse in Folge der Colonisation der Japaner schon mehrere Jahrhunderte und dauern noch gegenwärtig fort, da die Südhälfte der Insel noch jetzt häufig von Japanern besucht wird. Wie die Japaner von Süden, ebenso mischten sich mit den Ainos andere mongolische Stämme, welche von Norden gegen dieselben vordrangen. Auf Sachalin bildeten sich Kreuzungen mit Giljaken, zwar nur auf der Westküste und nur in geringerem Grade in Folge der sehr vereinzelten Berührungen beider Stämme mit einander, aber doch so, dass gegenwärtig schon wenigstens einzelne Dörfer ausschliesslich von dieser Mischrasse eingenommen sind. Im Innern der Insel mischten sich die Ainos mit den Oroken, ja in letzterer Zeit kommen schon Heirathen von russischen Sträflingen und Ainofrauen vor. Auf den Kurilen mischten sich die Ainos in starkem Grade mit den Italmenen (Kamtschadalen) so, dass die hieraus entstandene Mischform sich nicht mehr auf die Inseln beschränkte, sondern sich weiter nordwärts über die ganze Südhälfte von Kamtschatka verbreitete[1]).

Soweit die gegenwärtig gemachten Beobachtungen reichen, kann man in der Gesichtsbildung der Ainos zwei mehr oder weniger deutlich hervortretende Typen unterscheiden. Der eine zeichnet sich durch folgende Merkmale aus[2]): eine hohe und breite Stirn, horizontalgestellte, weit offene Augen, überschattet von starken ebenfalls gerade verlaufenden Augenbraunen, eine an der Wurzel und im übrigen Verlaufe aufgerichtete, gewölbte, regelmässige, zuweilen auch zugespizte Nase, keine stark hervorragenden Backenknochen, dazu ein starker Haarwuchs an Backe, Kinn und Lippen. Dieser Typus kann modifizirt werden durch etwas schief geschlitzte Augen, durch eine stark eingedrückte Nasenwurzel, durch eine breite und flache Nase und durch starkes Hervorspringen der Backenknochen. v. Schrenck nennt diesen Typus «einen der kaukasischen Rasse sich nähernden». Bei dem zweiten Typus ist die Stirn niedrig und wenig entwickelt, das Gesicht breit und flach, mit stark hervorragenden Backenknochen, die Augen sind klein und in Folge der mehr oder weniger weit übergreifenden Augenlidfalte scheinbar schief geschlitzt, die Nasenwurzel eingedrückt, die Nase breit und flach mit stumpfer, zuweilen sogar abgeplatteter Spitze, die Lippen dick und aufgeworfen, der Bartwuchs um vieles schwächer. v. Schrenck bezeichnet

1) v. Schrenck l. c., p. 127.

2) v. Schrenck l. c., p. 264.

diesen Typus als «einen annähernd mongolischen» und spricht die Meinung aus, dass derselbe die aus Ainos und Mongolen hervorgegangene Mischrasse repräsentire, während der erstere, mehr den Kaukasiern ähnliche, die primäre Rasse sei. Wie ich weiter unten auseinander setzen werde, kam auch ich bei der Untersuchung der Schädel zu dem Schlusse, dass in der Form sowohl des Gesichts, als auch des Hirnschädels zwei Varianten existiren, welche sich unter anderen Merkmalen hauptsächlich durch die verschiedene Form der Stirn, der Nase und des Gesichtswinkels unterscheiden, und zwar eine edlere Form mit vertikal schön entwickelter Stirn, welche unter unseren Schädeln seltener vorkam, und eine zweite, häufigere, mit stark zurückweichender Stirn, mehr prognathem Gesichtswinkel, platter Nase u. s. w. In Folge dessen schliesse ich mich vollständig der Meinung L. v. Schrenck's an und halte diese zweite Form für die Mischform, welche im Laufe der Zeit, mit dem Verschwinden der primären reinen Rasse, die dominirende werden wird und es jetzt schon mehr oder weniger ist sowohl auf Yesso, als auch auf Sachalin. Gute Photographien von Ainos gehören gegenwärtig nicht mehr zu den Seltenheiten, ich hatte die Möglichkeit im vorigen Jahre eine ganze Sammlung derselben, (mitgebracht von Dr. Rontscheffsky), zu durchmustern und konnte mich überzeugen, dass nicht nur beide Typen in der Wirklichkeit existiren, sondern dass auch völlig erwachene Ainos vorkommen, bei welchen z. B. keine Spur eines Bartes zu finden ist. Meine hier ausgesprochene Meinung über die Variation der Schädelform steht ebenfalls nicht vereinzelt da, auch v. Török kam in seiner weiter unten zu citirenden Arbeit zu dem Schlusse: «dass trotz mehrerer wichtiger gemeinsamer Charaktere bei den Ainosschädeln zweierlei Formen zu beobachten sind, von denen die eine sich dem sogennanten europäischen Typus nähert, und die andere sich ganz entschieden dem ostasiatischen Typus, dem sogenannten mongolischen Typus, anschliesst». Wenn man annimmt, dass die eine Form der Schädel jedenfalls hauptsächlich der Mischung mit Japanern zu verdanken ist, so ist es von grossem Interesse zu wissen, dass auch unter den Schädeln der Japaner, welche wahrscheinlich aus einer Mischung von Ainos, Koreanern und Malayen hervorgegangen sind, Typen vorkommen, welche mehr oder weniger dem einen Typus der Ainos ähneln. Dönitz[1]) stellt unter den Japanerschädeln drei verschiedene Typen auf. Der erste unterscheidet sich durch ein langes (hohes) Gesicht, dessen Länge hauptsächlich von der Entwickelung des Oberkiefers abhängt, wobei häufig die *Fossa canina* fehlt, wodurch der Gesichtsschädel ein auffallend flaches Aussehen erhält. Die Schädelknochen dieses Typus sind dick und schwer, die Muskelansätze und sonstige Tuberositäten sind kräftig ausgebildet. Am zweiten Typus ist das Gesicht niedrig und überhaupt die Knochen grazil, die *Fossa canina* ist vorhanden, der Oberkiefer ist niedrig und nähert sich in seiner Form dem der Europäer. Der Typus mit hohem Gesicht besitzt einen schwächer ausgebildeten alveolären Prognathismus und ist mehr mesocephal, sogar brachycephal, während der mit kurzem Gesicht

1) Dönitz. Ueber drei verschiedene Typen unter Japanerschädeln. — Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama 1877, p. 69.

mehr dolichocephal ist. Der dritte Typus unterscheidet sich vor allen Dingen durch die stark zurückliegende Stirn, durch das verhältnissmässig kurze Stirnbein und durch die geringere Capazität und kommt viel seltener vor.

Als Material zur Untersuchung dienten 44 Schädel, 5 aus dieser Zahl befinden sich im anatomischen Museum der Kaiserlichen militär-medizinischen Akademie. Zwei von ihnen, die männlichen Schädel № 1 und 2 stammen aus Gräbern auf Sachalin und zwar № 1 aus einem Grabe im Kirchdorf Takoje, № 2 vom Korsakoff'schen Posten. Die übrigen zwei Schädel erhielt der Verfasser dieser Abhandlung von Dr. Tropin erst in diesem Jahre als die vorliegende Arbeit fast schon abgeschlossen war. In Folge dessen konnten die Messresultate dieser Schädel nur in einem Nachtrag aufgenommen werden. Beide Schädel № 39 (791) und № 40 (792) sind männlichen Geschlechts, ohne Unterkiefer, schwach defect und stammen von Sachalin; № 39 wurde ausgegraben nicht weit von dem Posten Tichmeneff am Ufer des Flusses Siski, № 40 in dem dritten Thale 3 Werst vom Posten Korsakoff. Der fünfte in der medizinischen Akademie befindliche Aino ist ein Kopf mit Haut und Weichtheilen eines männlichen Individuum von mittlerem Alter, er starb im März 1886 im Hospitale des Posten Korsakoff an Bright'scher Nierenentzündung. Der völlig intakte Kopf hat sich im Weingeiste ausgezeichnet conservirt. Das Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften besitzt 39 Ainosschädel; mit Ausnahme von zweien erhielt es dieselben als die Resultate der Ausgrabungen des Conservators Poljakoff auf seiner letzten Reise nach Ostasien im Jahre 1882. Vor Poljakoff besass das Museum nur zwei Ainosschädel, den eines 7—9 jährigen Kindes (№ 230) ebenfalls von Sachalin, ein Geschenk von Fr. Schmidt, und den eines Erwachsenen (№ 231) aus Kussunaja auf Sachalin — ein Geschenk von Brylkin im Jahre 1863. Beide letzteren Schädel, ebenso wie einer von Poljakoff (№ 490) sind so defect und zerbrechlich, dass ich dieselben zwar untersuchte, aber zu messen Bedenken trug, sie sind in Folge dessen von mir nicht nummerirt worden. Ebenfalls nicht nummerirt und in die Tabelle der Messungen nicht aufgenommen ist der oben erwähnte Kopf mit Weichtheilen, so dass die Messungen nur an 40 Schädeln vorgenommen wurden. Unter den Schädeln von Poljakoff befinden sich sechs (die männlichen № 5, 14, 22 und 23, der weibliche № 36 und der kindliche № 38), deren Fundort nicht angegeben ist, jedenfalls stammen dieselben ebenfalls aus Gräbern auf der südlichen Hälfte von Sachalin. Die übrigen sind gleichfalls alle auf Sachalin ausgegraben, und zwar stammen drei (die männlichen Schädel № 3, 4 und 6) aus den Gräberfeld in Tschipisani, zwölf (die männlichen № 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 und 18, die weiblichen № 31, 32, 33 und der kindliche № 37) aus Gräbern in Poro-an-tomari (Paran-Tomari), die übrigen fünfzehn sind Gräbern im Posten Korsakoff oder in dessen Umgegend entnommen. Unter den letzteren sind der männliche Schädel № 8 und die weib-

lichen № 28, 29 und 30 in der sogenannten Fürstenallee des Korsakoff'schen Posten aufgefunden, die übrigen (die männlichen № 7, 9, 19, 20 und 21, die weiblichen № 24, 25, 26, 27, 34 und 35) sind aus Gräbern in drei in der Nähe des Postens befindlichen Thaleinsenkungen erhalten.

Sämmtliche Schädel bieten deutliche Zeichen davon dar, dass sie eine geraume Zeit in einer stark mit Wurzeln vermischten Erde gelegen haben: die Farbe derselben ist braunroth oder bräunlich gelb, der Knochen ist stellenweise stark mazerirt und leicht zerbrechlich, die Zähne sind meistentheils verloren. Der männliche Schädel № 3 aus Tschipisani stammt aus einem Grabe, welches sich in einem Haufen von Muscheln befand. Da die Schädel ohne Ausnahme bei der persönlichen Anwesenheit ihrer Finder ausgegraben wurden und sich die Gräber sowohl der russischen Kolonisten, als auch der früher ansässigen Japaner leicht unterscheiden lassen, so habe ich keinen Grund an ihrer Aechtheit zu zweifeln.

Die Untersuchung und Messung der Schädel wurde von mir nach denselben Regeln vorgenommen, welche ich in einer früheren Arbeit[1]) über grossrussische Schädel schon speziell angegeben habe. Als Grundprinzip der Gruppirung wurde von mir die Theilung nach dem Geschlecht angenommen; in Folge der Unmöglichkeit das Geschlecht kindlicher Schädel zu bestimmen, wurden die beiden hierher gehörigen als besondere Gruppe hinzugefügt. Unter der Anzahl von 40 Schädeln, welche zur Messung dienten, war nur bei drei das Geschlecht sicher nachzuweisen, es sind dieses die weiblichen Schädel № 24, 25 und 28; № 28 ist von Poljakoff als weiblich bezeichnet, bei № 24 und 25 sind die zu ihnen gehörenden übrigen Skeletknochen vorhanden, welche unzweifelhaft weiblichen Individuen angehörten. Auf Grund der Eigenschaften dieser drei weiblichen Schädel mit Vergleichung einiger männlicher, welche nach ihren Formen und nach ihrer Entwickelung mit der grösten Wahrscheinlichkeit als solche zu bezeichnen waren, wurde die Sichtung aller übrigen durchgeführt. Maasgebend für die Geschlechtsunterschiede wurden folgende Anzeichnen angenommen. In der *Norma lateralis* bietet die Conturlinie des Hirnschädels an den Uebergangspunkten der Stirn in den Scheitel und des Scheitels in das Hinterhaupt beim männlichen Schädel keine merklichen winkligen Ausbiegungen dar, welche, wenn sie vorhanden, mehr charakteristisch für den weiblichen Typus sind. In der *Norma occipitalis* befindet sich die grösste Breite beim männlichen Schädel ungefähr in der Mitte zwischen den *Tubera parietalia* und der äusseren Gehöröffnung, beim weiblichen entweder zwischen den *Tubera*

---

1) Tarenetzky. Beiträge zur Craniologie der grossrussischen Bevölkerung der nördlichen und mittleren Gouvernements des europäischen Russlands. Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg, VII série, t. XXXII, № 13, 1884, pag. 6—11.

parietalia, oder wenigstens ist die interparietale Breite der grössten Breite fast gleich. In der *Norma frontalis* erscheinen die grossen Oeffnungen des Gesichts im Verhältniss zu der Knochenoberfläche grösser beim weiblichen, kleiner beim männlichen Geschlecht. Als Unterscheidungsmerkmale dienten ausserdem natürlich noch die grössere Entwickelung des Kauapparates und überhaupt aller Vorsprünge, deren Umfang und Prominenz im direkten Verhältniss zur Muskelwirkung steht. Von allen diesen Merkmalen halte ich den Unterschied in der Stellung der grössten Breite in der Ansicht von hinten für das beste, um das Geschlecht mit einiger Sicherheit zu bestimmen. Ich glaube nicht, dass in die Rubrik der männlichen Schädel irrthümlich auch weibliche von mir aufgenommen sind, wohl aber können unter den weiblichen sich einige schwach entwickelte und jüngeren Individuen angehörende männliche Schädel befinden, welche sicher zu unterscheiden unmöglich war.

In Bezug auf die Bedeutung der in den beigefügten Messungstabellen angenommenen Rubriken, verweise ich auf meine oben citirte Arbeit über russische Schädel. Hier mögen nur einige Anmerkungen folgen über diejenigen №№, welche entweder einen anderen Sinn erhalten haben, oder bei welchen die Messung auf eine andere Weise vorgenommen worden ist.

№ 1 ist die laufende Nummer der von mir gemessenen Schädel.

№ 2 enthält die Nummer, unter welcher die Schädel in den Museen der Kaiserlichen medizinischen Akademie und der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften registrirt sind. Die männlichen Schädel № 64, 773, 791 und 792 (№ 1, 2, 39 und 40) gehören der Kaiserlichen medizinischen Akademie, alle übrigen der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

№ 3, Das Alter der Schädel konnte natürlich nur annähernd bestimmt werden. Unter der Benennung «jung» sind solche ungefähr im Alter von 18—30 Jahren zu verstehen, «mittelalt» sind Schädel von circa 30—50 Jahren, «alt» solche über 50 Jahre.

№ 5. Das Gewicht ist in Grammen ausgedrückt. Die Schädel sind mit dem Unterkiefer gewogen. Es ist selbstverständlich, dass das Gewicht von Schädeln, welche ohne Ausnahme Gräbern entnommen sind, und welche nicht besonders gereinigt und auch theilweise defect, wenigstens ohne Zähne sind, nur eine sehr problematische Bedeutung haben kann.

№ 22, 23, 56 und 58 wurden von mir mit Hülfe des Stereographen von Broca (Mémoires de la Société d'anthropologie, tom. III, p. 99—124, Fig. 25 und 26) gemessen. Die entsprechenden Linien wurden mit dem Bleistift auf Papier projicirt und dann die Winkel mit Hülfe eines durchsichtigen Transporteurs bestimmt. Das Instrument erwies sich zu dieser Arbeit ungemein dienlich und ist wegen seiner Handlichkeit und Brauchbarkeit in der verschiedensten Richtung jedenfalls sehr zu empfehlen.

In Bezug auf die Gruppirung des Breitenindex (№ 47) wurde von mir die gegenwärtig fast von allen Craniologen angenommene Eintheilung der Schädel benutzt, nach welcher folgende Benennungen aufgestellt sind[1]):

1) Correspondenz-Blatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 1886. XVII. № 3.

1.	—	bei einem	Index	von	55,0 — 59,9
2.	ultradolichocephale	»	»	»	60,0 — 64,9
3.	hyperdolichocephale	»	»	»	65,0 — 69,9
4.	dolichocephale	»	»	»	70,0 — 74,9
5.	mesocephale	»	»	»	75,0 — 79,9
6.	brachycephale	»	»	»	80,0 — 84,9
7.	hyperbrachycephale	»	»	»	85,0 — 89,9
8.	ultrabrachycephale	»	»	»	90,0 — 94,9
9.	—	»	»	»	95,0 — 99,9.

Die männlichen Ainosschädel.

Zur Untersuchung dienten 25 Schädel, welche grösstentheils Individuen von 30—50 und über 50 Jahren angehörten.

Die mittlere Capazität beträgt 1431 cc., die Schwankungen zwischen Maximum und Minimum sind verhältnissmässig gering: Maximum = 1662, Minimum = 1252; der Rauminhalt des männlichen Ainoschädels würde in Folge dessen als ein im Allgemeinen bedeutender zu bezeichnen sein.

Das Gewicht der Schädel mit dem Unterkiefer beträgt im Mittel 740 grm.; Minimum 570, Maximum 943. Dem Gewichte nach gehören die Schädel zu den unbedingt schweren, wozu man noch bemerken muss, dass bei den meisten die Zähne verloren waren. Möglich ist, dass wenigstens in einiger Beziehung das grosse Gewicht der Schädel theilweise noch durch die Imprägnation derselben durch erdige Theile vermehrt war, jedenfalls aber nicht in dem Grade, dass dieser Umstand einen merklichen Einfluss auf die Erhöhung der Schwere besitzen würde. Unter den männlichen Schädeln befinden sich verhältnissmässig viele, welche ihrem Baue nach den Eindruck des Kolossalen machen, sie ähneln dadurch in vieler Hinsicht den Schädeln von Burjaten, wenigstens so viel ich aus der Vergleichung zweier im Museum der Kaiserlichen medizinischen Akademie befindlichen Repräsentanten dieses letzteren Stammes schliessen kann. Eine ganz ungewöhnliche Schwere besitzt № 39, der Schädel eines alten Individuum ohne Zähne und Unterkiefer; sein Gewicht, welches 935 grm. beträgt, gehört jedenfalls zu den ungemein seltenen.

Der Breitenindex beträgt im Mittel 74,5, ist also im Allgemeinen dolichocephal und steht hart an der Grenze der Mesocephalie. Nach den Indices geordnet befinden sich unter den 25 Schädeln:

hyperdolichocephale	= 1 (№ 5)
dolichocephale	= 13
mesocephale	= 11.

Der Höhenindex beträgt im Mittel = 72,9 und ist in Folge dessen orthocephal. Nach dem Index gruppirt finden sich:

hypsocephale = 6
orthocephale = 18
platycephale = 1 (№ 5).

Die Mittelzahl für den Breitenbreitenindex ist = 67,8.

Die Mittelzahl für den Breitenhöhenindex ist = 98,5, die Schädel sind also von fast gleicher Höhe und Breite.

Das Mittel für den Umfang beträgt 528 (Maximum = 557, Minimum = 500), das des Querbogens = 325 (Maximum = 340, Minimum = 310). Das Mittel des Längsbogens ist 376 (Maximum = 390, Minimum 350), bemerkenswerth ist das gegenseitige Verhalten in der Länge des Frontale (130), Parietale (123) und Occipitale (124). Während durchschnittlich der Längsbogen des Frontale den des Parietale und Occipitale an Länge übertrifft (nur der mesocephale Schädel № 11 macht in dieser Beziehung eine Ausnahme), zeichnen sich im Gegentheil fünf Schädel dadurch aus, dass bei ihnen das Occipitale der längste Knochen ist. Hierher gehören die Schädel № 4, 15, 16, 17 und 39. Was die Beziehungen des Occipitale zum Parietale anbetrifft, so übertrifft unter 23 der erstere Knochen den letzteren in 11 Fällen an Länge. Entsprechend diesem Verhältnisse zeichnet sich bei den Ainos überhaupt das Occipitale durch seine ungewöhnlich starke Entwickelung aus und giebt dem Schädel sowohl in der Ansicht von hinten, als auch von unten ein charakteristisches, leicht in die Augen fallendes Aussehn. An dem sehr jungen Schädel № 40 ist das Occipitale im Verhältniss zu den beiden übrigen Knochen sehr kurz, ein Umstand, welcher sich auch an einem jungen weiblichen und an einem der kindlichen Schädel wiederholt. Man könnte vielleicht hieraus die Vermuthung ableiten, dass das Occipitale verhältnissmässig erst in einem vorgerückteren Alter seine, für viele der Ainoschädel charakteristische, kolossale Entwickelung erreicht.

Der Gesichtsindex beträgt im Mittel 87,4, ist also im Allgemeinen chamaeprosop. Unter 22 Schädeln (bei № 9 war das Gesicht zu defect, bei № 39 und 40 fehlte der Unterkiefer) befanden sich:

chamaeprosope = 13
leptoprosope = 9.

Ich habe dieses Verhältniss auf Grund meiner Messungen erhalten, glaube jedoch nicht, dass demselben unbedingt Glauben zu schenken sei. Die meisten der Schädel waren ohne Zähne, bei anderen war schon Atrophie der Zahnfortsätze vorhanden, unter solchen Umständen ist es schwer oder sogar unmöglich, dem Unterkiefer die Stellung zu geben, welche für die Gesichtslänge unumgänglich nöthig ist. In Folge dessen neige ich mich mehr zu der Ansicht, dass der männliche Schädel dem Index nach nicht zu den exquisit niederen Gesichtsschädeln zu rechnen ist, und dass er entweder hart an der Grenze zwischen chamaeprosop

und leptoprosop sich befindet oder sogar leicht leptoprosop ist. Wie wir weiter unten sehen werden, ist zwar die Breite des Oberkiefers eine ungemein grosse, jedoch wird ihr Einfluss auf den allgemeinen Charakter des Gesichts durch die ungewöhnliche Höhe des Körpers des Unterkiefers wieder aufgehoben. An № 8 mit dem Gesichtsindex von 72,4 war vollständige Atrophie beider Zahnfortsätze vorhanden.

In der Ansicht von vorn fällt bei der Betrachtung der Stirn der Umstand besonders in die Augen, dass, gemäss der Configuration der Stirn, die männlichen Schädel sich ziemlich scharf in zwei Gruppen trennen lassen. Die eine charakterisirt sich durch eine Stirn, welche unmittelbar von dem Nasenfortsatz angefangen stark nach rückwärts geneigt aufsteigend allmählich ohne jeden bemerkbaren Uebergang in den Scheitel umbiegt. Bei der zweiten Gruppe steht der unmittelbar über der Nase liegende Theil der Stirn fast vertikal, er behält diese Richtung ungefähr bis zum Niveau der oberen Enden der Stirnhöcker und geht erst von hier ebenfalls allmählich oder unter leichtem Winkel in den Scheiteltheil der Schädelkapsel über. Während bei der ersten Gruppe die Stirn stark zurückliegend und niedrig ist, besitzt sie bei der zweiten, so zu sagen, einen edleren Charakter. Die zweite ist die weniger zahlreiche, zu ihr gehören die № 4, 6, 7, 8, 11, 15, 23 und 40, im Ganzen nur 7 oder 8 Schädel. Das Zurückliegen der Stirn ist bei den übrigen in verschiedenem Grade entwickelt, in besonders auffallender Weise ist es an № 1, 5, 13, 14, 18, 21 und 22 bemerkbar. In transversaler Richtung ist in der grössten Mehrzahl die Stirn von mittlerer Breite und mässig gewölbt, seltener entwickelt sich diese Wölbung in der Mittellinie zu einem gut ausgesprochenen, sagittalen Kamm, welcher sich auf dem Scheitel fortsetzt. № 5 und 22 besitzen eine fast platte und sehr schief aufsteigende Stirn.

An den meisten Schädeln sind sowohl die *Glabella*, als auch die *Tubera frontalia* und *Arcus superciliares* wenig in die Augen fallend. Es hat den Anschein, als ob die Tubera und Arcus dem oberen Augenhöhlenrande mehr genähert sind als bei europäischen Schädeln; sehr stark entwickelte und in der Mittellinie zusammenfliessende, so zu sagen überhängende *Arcus superciliares* sind mir nicht vorgekommen.

Auffallend ist, dass an sämmtlichen von mir untersuchten Schädeln eine persistirende Stirnnaht nicht ein einziges Mal zur Beobachtung kam.

Die Form der Augenhöhlenöffnung ist durchgängig rechteckig, der obere und untere Rand stehen sowohl einander parallel als auch parallel, zur allgemeinen Horizontalen, gewulstete Ränder sind selten. Mehr quadratisch war die Form der Oeffnung an № 4, 6, 7 und 22, etwas schief nach unten und lateral geneigt an № 3, 17 und 23. An einigen Exemplaren fiel die Weite des *Canalis naso-lacrymalis* auf. Der Augenhöhlenindex beträgt im Mittel 85,0, ist also mesosem. Unter 25 Schädeln befanden sich:

mikroseme = 8
mesoseme = 10
makroseme = 7.

Unter den mikrosemen befinden sich drei (№ 3, 8 und 39) mit einem ungemein niedrigen Index.

Ueber die Form und Grösse der Nasenknochen bin ich nicht im Stande ein einigermaassen sicheres Urtheil zu fällen, wie in der Regel bei ausgegrabenen Schädeln waren auch bei den unsrigen dieselben defect. Jedenfalls variiren die Knochen ziemlich bedeutend sowohl nach der Grösse, als auch nach der Form. In der Hälfte der Fälle waren beide Knochen unter sehr stumpfem Winkel zu einander geneigt, in Folge dessen besass der Rücken der Nase eine platte Form und war verhältnissmässig breit. An № 1, 4, 6, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 22 und 39 waren beide Knochen mehr oder weniger rechtwinklig zu einander geneigt, in Folge dessen der Rücken scharf mit oder ohne leichten Sattel auf der Mitte. In der Mehrzahl ist die Oeffnung der Nase birnförmig, ihre Breite beträgt im Mittel = 26, die Breite der Nasenwurzel = 22, die letztere ist also im Ganzen nur von mittlerer Grösse. Gut ausgebildete *Fossae praenasales* kamen nicht zur Beobachtung. Der Nasenindex beträgt im Mittel = 50,9 (mesorhin). Gruppirt man die 25 Schädel nach dem Index, so befinden sich unter ihnen:

leptorhine = 2
mesorhine = 17
platyrhine = 6.

Der Winkel, welchen der Rücken der Nase mit dem unteren Theil der Stirn bildet, ist im Mittel = 140°, mit Worten ausgedrückt, ist die Elevation der Nase im Vergleich zur Stirn bei den männlichen Ainos eine ziemlich schwache. Den stumpfesten Winkel, d. h. der Rücken der Nase befindet sich fast in einer Flucht mit der Stirn, besitzen die Schädel № 4, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21 und 23; vergleicht man diese Nummern mit denen derjenigen Schädel, welche einen gut ausgebildeten vertikalen Stirntheil haben, so findet man sämmtliche letzteren Schädel auch unter der Zahl derjenigen mit sehr stumpfem Nasenwinkel, ein Umstand, auf welchen ich später noch zurückkommen werde. Die übrigen Schädel, ebenfalls mit ungewöhnlich stumpfem Winkel, gehören, mit Ausnahme von № 11, dem Index nach zur Gruppe der platyrhinen, aber mit stark zurückliegender Stirn.

Die Höhe des Oberkiefers beträgt im Mittel = 69, sie ist eine sehr bedeutende, wenn man bedenkt, dass diese Zahl erhalten ist als das Mittel von Messungen an Schädeln, unter denen sich viele mit Atrophie der Zahnfortsätze befanden. Die Breite des Oberkiefers dicht über dem zweiten Molaris ist im Mittel = 63, sie ist also ebenfalls eine sehr starke. Im vollen Einklange zu diesen Ziffern steht die Entwickelung des ganzen Knochens, welche man mit Recht eine kolossale nennen kann. Der Oberkiefer verleiht dem Gesicht der Ainos den Charakter eines ungemein breiten, besonders wenn man die Schädel ohne Unterkiefer betrachtet. Durch seine grosse Breite zeichnet sich besonders der Theil des Gesichtes aus, welcher sich unmittelbar unter den Augenhöhlen, also in der Höhe der Jochbeine befindet. Wir werden später sehen, dass die Jochbeine an und für sich auf die Gesichtsbreite der

Ainos wenigstens in der Hälfte der Fälle einen sehr geringen Einfluss haben und dass dieselbe hauptsächlich von der Breite der oberen Hälfte des Oberkiefers abhängt. Zum Beweise dieser Ansicht führe ich die Resultate von Messungen der Breite zwischen den unteren lateralen Enden beider *Processus zygomatici maxillae sup.* an. Dieselbe beträgt im Mittel 10,4 (Minimum 9,5, Maximum 11,5). Durch eine besonders grosse Breite dieser Stelle zeichneten sich № 5, 12 und 20 aus. Bei einer gleichen Anzahl russischer Schädel betrug das Mittel der Breite = 9,4 (Minimum = 8,7, Maximum — 10,0), entsprach also in der Mittelzahl nur dem Minimum der Ainos. Nicht nur der transversale Durchmesser des Knochens ist bedeutend, die ungewöhnliche Grösse ist auch in der sagittalen Richtung zu bemerken. Während beim Russen die Wurzel des *Processus zygomaticus* am Körper des Kiefers auf die Uebergangsstelle des mittleren in das hintere Drittel fällt, entspricht dieselbe Stelle beim Aino der Mitte der Seitenfläche des Körpers. Wie es überhaupt bei stark entwickelten Kiefern der Fall ist, fehlt auch bei den Ainos fast durchgängig die *Fossa canina* und der Knochen ist unterhalb des *Foramen infraorbitale* entweder eben, oder sogar etwas vorgewölbt (starke Entwickelung der Kieferhöhle). Das *Foramen infraorbitale* selbst ist weit; schwach angedeutete *Fossae caninae* besassen № 7, 14, 21 (nur rechts) und 22. Der frontale Theil des Zahnfortsatzes ist meistentheils leicht prognath, die Zähne stehen durchgängig orthognath. Im Gegensatz zur kräftigen Entwickelung des Knochens sind die Zähne verhältnissmässig klein, eng gereiht und stark abgeschliffen. An zwei Schädeln waren die Weisheitszähne überhaupt nicht zur Entwickelung gekommen, an einem weiteren fehlte beiderseits am zweiten Molaris der hintere Zungenhöcker.

Die Jochbeine sind ebenfalls sehr stark entwickelt, die Fortsätze derselben, besonders der *Processus frontalis*, sind an vielen Schädeln von kolossaler Stärke. Die faciale Fläche dieser Knochen ist an den meisten Schädeln fast vollständig seitlich gestellt, so dass an dem Gesicht, in der Ansicht von vorn, nur die Verbindungsstelle mit dem Oberkiefer Theil nimmt; nur bei einer geringen Anzahl ist das Jochbein zur Hälfte nach vorn, zur Hälfte seitlich gerichtet. Die faciale Fläche ist gewöhnlich deutlich convex. Unter den 25 Schädeln befinden sich:

ohne jede Theilungsspur am Jochbeine	= 9
beiderseits mit Theilungsspur	= 10
eine Theilungsspur nur rechts	= 3
eine Theilungsspur nur links	= 3.

Eine vollständige Theilung war nicht vorhanden, die Theilungsspur fand sich in Form einer kurzen Ritze (Maximum der Länge = 1,0) im *Processus temporalis* bald näher dem oberen, bald näher dem unteren Rande. An № 12 befand sich auf der linken Seite ein kurzer, ebenfalls unvollkommener Schlitz im *Processus maxillaris* bei Fehlen der hinteren Ritze.

Entsprechend dem Oberkiefer ist auch der Unterkiefer stark entwickelt, seine Länge

beträgt im Mittel 190, die Breite 99, die Höhe 35. In Bezug auf die Höhe ist zu bemerken, dass, wie schon gesagt, an einem Theile der Schädel die Zahnfortsätze atrophisch waren, ein Umstand, der nicht ohne Einfluss auf die Mittelzahl bleiben konnte. An normalen Unterkiefern war die Höhe des Körpers ungemein bemerkbar, an № 1, 11, 20 und 23 betrug sie über 40 bis 45. Der Körper ist überhaupt sehr compact angelegt, das Kinndreieck wenig bemerkbar, an seiner Stelle findet sich öfters eine vertikale Crista. Die *Foramina mentalia anteriora* und *posteriora* sind weit, die Lingula breit und lang, der Winkel beträgt im Mittel 123°, ist also verhältnissmässig sehr stumpf; ich halte diesen Umstand für charakteristisch und glaube nicht, dass das Alter der Schädel einen merklichen Einfluss auf denselben gehabt hat. Die Aeste sind mehr in die Breite als in die Höhe entwickelt, die letztere beträgt im Mittel = 64 und ist nicht grösser als bei grossrussischen Schädeln, dagegen ist die Breite = 39 eine ungewöhnlich starke. Auf der Aussenfläche der Aeste sind die Ansatzpunkte des Masseter nicht besonders in die Augen fallend und der untere Rand des Knochens ist wenig oder gar nicht nach aussen umgebogen, auf der Innenfläche ist im Gegentheil die Insertionsstelle des *M. pterygoideus internus* durch starke, parallele Leisten markirt. Besonders kolossal entwickelt war der Unterkiefer von № 20, die Basis des *Processus coronoideus* war auf beiden Seiten so dick, dass dieselbe sowohl auf der Aussen-, als auch auf der Innenfläche durch tiefe Gruben sich von der Basis des *Processus condyloideus* abtrennte. Die Zähne waren in den meisten Fällen eng gereiht und stark abgeschliffen, in zwei Fällen waren die *Dentes sapientiae* nicht zur Entwickelung gekommen, in weiteren zwei besass der zweite Molaris jederseits drei Wangenhöcker. Beachtenswerth ist, dass unter den in den Kiefern noch befindlichen Zähnen kein einziger cariös afficirt war, eine Erscheinung, welche möglicherweise von der Kieferstellung abhängt, in Folge derer die Zähne sich bald abschleifen ohne cariös zu werden.

Der Gesichtswinkel nach Broca beträgt im Mittel = 74°.

Der Gesichtswinkel nach Jhering zeigt die Mittelzahl = 86°, ist also mesognath. Gruppirt befinden sich unter den 25 Schädeln:

prognathe	= 3
mesognathe	= 17
orthognathe	= 5.

Orthognath sind № 2, 6, 8, 13 und 23, unter ihnen befinden sich drei (6, 8 und 23), welche zur Serie von Schädeln mit vertikaler unterer Stirnhälfte gehören.

In der *Norma lateralis* bildet die Umgrenzungslinie des Hirnschädels eine mehr oder weniger langgestreckte, fast regelmässige Ellipse. Je nach der Höhe wechselt der vertikale Durchmesser der Ellipse, in der grössten Mehrzahl der Fälle tritt der Occipitaltheil nicht besonders hervor, durch mehr oder weniger starke Prominenz des Occipitale zeichnen sich № 2, 5, 7, 12, 13, 19, 21, 22, 23 und 39 aus. Auffallend ist an vielen Schädeln der lange

und fast plane Scheitel. Die vertikale Höhe № 1 beträgt im Mittel = 135 (Minimum = 127, Maximum = 144), dieselbe fällt gewöhnlich auf das vordere Drittel der *Sutura sagittalis*. Die vertikale Höhe № 2 ist = 133 (Minimum = 123, Maximum = 144). Die Mittelzahl für die grösste Höhe ist = 136 (Minimum = 129, Maximum = 144). In der Mehrzahl fällt die grösste Höhe mit der Höhe № 1 auf eine und dieselbe Stelle; bemerkenswerth ist, dass an № 6, 7, 12, 16, 17, 19 und 21 die Höhe № 2 grösser als die Höhe № 1 ist (besonders an № 17). Ein besonderes Hervorragen des Zahnfortsatzes des Oberkiefers im Vergleich zum oberen Theile des Gesichts ist in der Seitenansicht nicht zu bemerken, der Abstand der Nasenwurzel von dem vorderen Rande des Hinterhauptsloches beträgt = 107, der des Zahnfortsatzes des Oberkiefers von demselben Punkte des *Foramen magnum* = 106. Wie wir weiter unten sehen werden, ist bei den Ainos das Hinterhaupt ungemein entwickelt, in Folge dessen übertrifft auch in der Seitenansicht die Länge der hinteren Hälfte des Schädels die der vorderen, und zwar beträgt die Entfernung vom Centrum der äusseren Ohröffnung bis zur Nasenwurzel im Mittel nur 98, während die desselben Punktes bis zur prominentesten Stelle des Hinterhaupts im Mittel = 102 ist.

Das Pterion ist durchgängig beiderseits regelmässig gebildet, unter 25 Schädeln fanden sich nur drei, an welchen im Pterion beiderseits sich ein Schaltknochen befand, andere Anomalien derselben Stelle kamen nicht vor. Der Schläfentheil der *Ala magna* ist gut entwickelt, breit und theils völlig eben, theils leicht concav. Die *Lineae temporales* sind meistentheils sehr stark ausgebildet und, was eine Eigenthümlichkeit der Ainos ist, ungemein der Sagittallinie des Scheitels genähert. Gewöhnlich sind zwei, seltener drei Linien zu bemerken. Während die untere bei europäischen Schädeln regelmässig unter dem *Tuber parietale* verläuft, die obere entweder durch den Tuber oder ebenfalls unter ihm geht, kreuzt beim Aino die untere Temporallinie gewöhnlich den Tuber, während die obere bedeutend oberhalb desselben ihren Sitz hat. Durch besonders weit gegen den Scheitel heraufgehende *Lineae temporales* zeichneten sich № 2, 5, 10, 19 und 23 aus. Gegen den Scheitel convergiren die Linien am meisten dicht hinter der *Sutura coronalis*, zwischen den Tubera gehen sie wieder etwas auseinander. An № 2 betrug der direkte Abstand (Zirkel) zwischen den oberen hinter der Coronalis = 5,4, zwischen den Tubera = 6,1; an № 5 hinter der Coronalis = 3,9, zwischen den Tubera = 4,9; an № 23 vorn = 8,0, hinten = 9,4. Schädel mit so hoch stehenden Linien bieten noch die Eigenthümlichkeit, dass der unterhalb der Linien liegende Theil des Parietale seine regelmässige Wölbung verliert und eine mehr platte Oberfläche darbietet. Bei Betrachtung solcher Schädel, besonders wenn noch ausserdem die Sagittallinie kammförmig hervorsteht, wird man unwillkürlich an die ähnliche Form dieses Theiles bei Thieren mit stark entwickeltem *Musc. temporalis* erinnert.

Besonderheiten am Temporale waren nicht zu bemerken, der *Processus zygomaticus* ist gewöhnlich stark entwickelt, seine vor und über der äusseren Ohröffnung gelegene Wurzel setzt sich häufig in Form eines mehr oder weniger starken Kamms über die ganze Schuppe bis zum hintern Rande derselben fort. Regelmässig ist der obere Rand der Schuppe an der

Uebergangsstelle in den oberen Rand der *Pars mastoidea* durch einen ziemlich tiefen, winkelförmigen Einschnitt unterbrochen, in welchen ein Fortsatz des Parietale eingreift. In einem Drittel der Fälle befindet sich in diesem Einschnitt bald beiderseits, bald nur auf der einen Seite ein Schaltknochen von quadratischer Form. Sowohl der Einschnitt, als auch der Schaltknochen kommen häufig an russischen Schädeln vor; ich hielt es nicht für unnöthig diesen Befund auch an den Ainosschädeln anzuführen, da bei letzteren überhaupt Schaltknochen in den Schädelnähten selten sind. Der *Processus mastoideus* ist gewöhnlich kurz, aber massiv. Die *Tubera parietalia* sind meistentheils auch in der Seitenansicht gut zu sehen.

In der *Norma verticalis* bildet die Umgrenzungslinie des Schädels ein langgestrecktes, regelmässiges Oval (nur № 7 gehört zu den Schiefschädeln), wobei die breiteste Stelle der Gegend zwischen den *Tubera parietalia* entspricht. An vielen Schädeln nähert sich die Form dieses Ovals fast der einer regelmässigen Ellipse, in solchen Fällen sind die Tubera wenig oder gar nicht von oben bemerkbar. Die *Arcus zygomatici* sind in der Ansicht von oben zu sehen; je nach der Configuration der Stirn ist die Nase bald prominent, bald nicht. Bei vielen Schädeln mit stark entwickelten *Lineae temporales* und vorspringenden *Tubera parietalia* ist der Scheitel vollständig plan, diese Abplattung ist am besten im Zwischenraume zwischen der *Sutura coronalis* und einer die *Tubera parietalia* verbindenden Linie bemerkbar. № 2, 8, 10 und 39 besitzen längs der sagittalen Mittellinie einen gut sichtbaren Kamm, welcher vom Frontale über den ganzen Scheitel hinzieht.

Charakteristisch für die Ainos ist die geringe Ausbildung der Zacken in den drei Hauptnähten des Hirnschädels und das fast völlige Fehlen von Worm'schen Knochen in denselben. Am einfachsten ist durchgängig die Coronalis angelegt, sowohl der Scheitel, als der temporale Theil derselben besitzen die Form eines einfachen, fast geradlinig verlaufenden, besonders im mittleren Theile etwas vertieften Schlitzes; Zacken sind gewöhnlich nur an der Stelle zu bemerken, an welcher die Naht die *Linea temporalis* kreuzt. In derselben Form erscheint in der Regel auch das vordere Drittel der Sagittalis, seltener das hintere Drittel. Am mittleren Drittel der Sagittalis und an der Lambdoidea sind Zacken bemerkbar, jedenfalls sind aber dieselben viel weniger ausgebildet, als es sonst die Regel ist. An № 13, 15 und 39 befindet sich längs dem hinteren Drittel der Sagittalis eine leichte und ziemlich breite Furche.

In Bezug auf die Persistenz der drei Hauptnähte scheinen sich die Ainos nicht von den Europäern zu unterscheiden. In der Hälfte der Fälle waren die Nähte auf der Aussenfläche des Schädels noch gut zu sehen, in der anderen Hälfte waren sie theilweise oder ganz verstrichen. Die Obliteration scheint, wie in Europa, ebenfalls vom hinteren Drittel der Sagittalis ihren Anfang zu nehmen, um sich von hier theils auf die ganze Sagittalis, theils auf die Lambdoidea zu verbreiten. Am längsten persistirt die Coronalis.

Wie schon angegeben, kommen Nahtknochen selten vor, in der Coronalis und Sagittalis konnte ich keine bemerken, in der Lambdoidea trafen sie sich an № 17, 20, 39 und 40, in allen vier Fällen in geringer Anzahl und Grösse.

In der *Norma occipitalis* bildet die Conturlinie des Schädels in der grössten Mehrzahl der Fälle ein Fünfeck, dessen obere Ecke der Mittellinie des Scheitels, die beiden oberen seitlichen den gut ausgesprochenen *Tubera parietalia*, die beiden unteren seitlichen den *Processus mastoidei* entsprechen. Die obere Ecke ist theils mehr, theils weniger prominent, gut entwickelt (№ 2, 5, 22 und 39) bedeutet sie die Anwesenheit eines Scheitelkamms. Die beiden oberen Seiten des Fünfecks sind entweder vollständig geradlinig oder leicht convex, die lateralen Seiten sind meistentheils entweder fast vertikal abfallend, oder schwach convex, an zwei Schädeln sind dieselben sogar leicht concav. Die Basis ist entweder eben, oder leicht convex. An № 6, 7, 9, 11, 13 und 15 bildet die Conturlinie ein Viereck mit schwach gewölbter Kuppel und leicht convexen oder vertikal abfallenden Seiten. Bei convexen Seiten liegt die breiteste Stelle in der Mitte des Abstandes zwischen dem *Tuber parietale* und der Basis des *Processus mastoideus*. Die grösste Schädelbreite beträgt im Mittel = 137 (Minimum = 127, Maximum = 142). Die interparietale Breite ist = 131 (Minimum = 120, Maximum = 140), die intermastoideale Breite ist = 129 (Minimum = 121, Maximum = 137). In der Mehrzahl der Fälle übertrifft die interparietale Breite die intermastoideale um ein Geringes, an № 5, 8, 10, 16, 18 und 39 ist die letztere grösser, an № 9, 17 und 40 sind beide gleich gross.

Was die Configuration des Hinterhauptes anbetrifft, so wäre Folgendes zu bemerken. Der obere Theil ist bis zur *Spina occipitalis* an den meisten Schädeln abgeplattet. An dieser Abplattung nimmt sowohl der hintere Theil des Parietale, als auch besonders das obere Drittel der *Squama occipitalis* Antheil. Letzteres bildet bis zur *Spina* und den *Lineae nuchae superiores* den am meisten nach hinten prominenten Theil des Schädels. Angefangen von der Spina, gewöhnlich unter starkem Winkel, sind die übrigen beiden Drittel der Squama völlig basal gerichtet. In Folge dieser Eigenthümlichkeit, noch vergrössert durch die überhaupt ungewöhnlich starke Grössenentwickelung der Squama, bieten die meisten Ainoschädel in der Ansicht sowohl von hinten, als auch von unten die charakteristische Erscheinung eines regelmässig abgeplatteten oberen Drittels der Schuppe und einer vom *Foramen magnum* sich weit nach hinten über zwei Drittel der Schuppe erstreckenden Basis. An einigen Schädeln erstreckte sich die Abplattung der Squama bis auf die Mitte derselben, in solchen Fällen stand auch die Spina tiefer, nur № 4 und 18 boten eine gleichmässig gewölbte Schuppe ohne jeden scharfen Uebergang des vertikalen in den basalen Theil. Bemerkenswerth ist, dass die *Spina occipitalis*, so zu sagen, ihren Platz ändern kann, bei den meisten Schädeln fiel dieselbe auf den Uebergang des oberen in das mittlere Drittel der Squama (Entfernung vom oberen Rande = 3,7, vom hinteren Rande des *Foramen magnum* = 8,2), bei anderen fand sie sich auf der Mitte der Schuppe (Entfernung vom oberen Rande = 6,0, vom hinteren Rande des *Foramen magnum* = 6,2); je nach dem Stande der Squama wechselte auch die Ausbreitung der Abplattung des oberen Theils des Occipitale. Gewöhnlich sind nur zwei, seltener drei *Lineae nuchae* vorhanden, torusartig vorgewölbt mit starker Spina waren die oberen an № 2, 6, 7, 12, 16, 19 und 39, ungewöhnlich ausgebildete *Cristae mediae* und *laterales* kamen nicht zur Beobachtung.

In der Hälfte der Fälle befinden sich die Spitzen der *Processus mastoidei* mit denen der *Processus condyloidei* in einer Höhe (ebene Basis), in der anderen Hälfte waren die *Processus condyloidei* mehr nach unten prominent (convexe Basis). An № 18 reichten die *Processus mastoidei* tiefer herab.

An № 3 und 21 fanden sich Spuren einer Quertheilung der Schuppe (*os Incae*).

Die Basis der männlichen Ainoschädel ist breit und lang und sowohl in transversaler, als auch sagittaler Richtung convex, eine eingedrückte und concave Basis konnte ich nicht bemerken. Oben war schon gesagt, dass in Folge der basalen Stellung der unteren beiden Drittel der *Squama occipitalis* die Basis, besonders nach hinten, ungemein verlängert erscheint. Sämmtliche Gruben und Vorsprünge sind gross und scharf ausgesprochen, besonders tief erscheinen die *Incisurae mastoideae* und *Fossae glenoidales*. In einem Falle existirte ein starker *Processus paramastoideus*, in zwei eine tiefe *Fossa pharyngea*. Die *Processus condyloidei* sind stark prominent und nicht getheilt. Das *Foramen magnum* ist grösstentheils langelliptisch mit der breitesten Stelle dicht hinter den *Processus condyloidei*, fast rund war dasselbe an 4 Schädeln, dreieckig an einem, rhombisch an zwei. Seine Länge beträgt im Mittel = 34 (Minimum = 28, Maximum = 40), die Breite ist = 29 (Minimum = 26, Maximum = 34), der Index ist = 85,3. Das *Foramen jugulare* ist durchschnittlich rechts geräumiger, selten beiderseits gleich gross. Bemerkenswerth ist, dass an № 40 noch nicht die geringste Spur einer Verwachsung der *Synchondrosis spheno-basilaris* zu sehen ist, trotzdem dass beiderseits die Weisheitszähne nicht nur schon durchgebrochen sind, sondern, nach dem Grade ihrer Abschleifung zu schliessen, schon eine geraume Zeit funktionirt haben müssen.

Charakteristisch in der Ansicht von unten ist der Gaumen: seine Länge beträgt = 49, seine Breite = 39, er ist also bei seiner bedeutenden Breite noch aussergewöhnlich lang. Das Gaumengewölbe ist tief, der transversale Theil der *Sutura cruciata* ist häufig verstrichen, der longitudinale Theil persistirt, das *Foramen incisivum* ist durchgängig weit, die *Laminae horizontales palatini* sind stark entwickelt, an einem Schädel machten sie fast die Hälfte des harten Gaumens aus. Zwei Eigenthümlichkeiten zeichnen den Gaumen besonders aus: die constante Anwesenheit tiefer Gefäss- und Nervenrinnen auf den lateralen Theilen und das sehr häufige Vorkommen eines mehr oder weniger stark entwickelten sagittalen Torus. Unter 25 Schädeln fehlte der Torus an 7, war schwach entwickelt an 10, stark an 8. Der Torus beschränkt sich zuweilen nur auf die *Ossa palatina*, häufiger erstreckt er sich über den ganzen Gaumen bis zum *Foramen incisivum*, stark ausgebildet nimmt er ein Drittel der ganzen Breite des harten Gaumens ein (№ 2, 3, 5, 7 und 10). Er existirt sowohl bei Permanenz, als auch Obliteration der *Sutura cruciata*. Der Alveolarfortsatz bildet gewöhnlich die Hälfte einer langen und breiten Ellipse, bemerkenswerth ist, dass an vielen Schädeln der Zahnfortsatz sich noch weit hinter die *Dentes sapientiae* fortsetzt, an № 5 betrug diese Verlängerung = 2,2, an verschiedenen anderen = 1,0—1,5. Bei der kolossalen Entwickelung aller Theile des Oberkiefers scheinen die verhältnissmässig kleinen und eng gestellten Zähne

den *Processus alveolaris* nicht völlig auszufüllen, wodurch ein so bedeutendes Stück desselben nach hinten als Fortsatz ohne Alveole übrig bleibt.

Die weiblichen Ainoschädel.

Die Untersuchung gründet sich auf die Betrachtung und Messung von 13 Schädeln, unter welchen sich drei im Alter bis zu 30, sieben bis zu 50 und drei älter als 50 Jahre befanden.

Die mittlere Capazität der weiblichen Schädel beträgt = 1331 cc. (Minimum = 1212, Maximum = 1562). Sowohl die Mittelzahl, als auch das Minimum und Maximum sind durchschnittlich geringer als die gleichen Werthe der männlichen Schädel (die Mittelzahl um 100 cc.).

Das Gewicht mit dem Unterkiefer ist im Mittel = 606 grm. (Minimum = 510, Maximum = 690), im Vergleich mit den Männern ist also der weibliche Schädel viel leichter.

Der Breitenindex beträgt = 76,1 (mesocephal), geordnet befinden sich unter den 13 Schädeln:

dolichocephale = 4
mesocephale = 8
brachycephale = 1 (№ 24).

Während bei den männlichen Schädeln der dolichocephale Typus vorherrscht, sind die weiblichen in der grössten Mehrzahl rein mesocephal und enthalten sogar einen rein brachycephalen, was unter den männlichen nicht vorkam.

Der Höhenindex ist = 74,4 (orthocephal), gruppirt finden sich:

hypsocephale = 8
orthocephale = 5
platycephale = 0.

Aus dieser Tabelle wäre der Schluss zu ziehen, dass, trotzdem der Index im Mittel orthocephal ist, es richtiger wäre die Schädel im Allgemeinen als hypsocephale, hart an der Grenze der Orthocephalie stehende zu bezeichnen.

Die Mittelzahl des Breitenbreitenindex beträgt = 66,5, die des Breitenhöhenindex = 97,7.

Der Umfang ist im Mittel = 507 (Minimum = 480, Maximum = 526), der Querbogen = 318 (Minimum = 295, Maximum = 337), der Längsbogen = 362, (Minimum = 340, Maximum = 390). Sowohl der Umfang, als auch die Bogen zeigen viel

kleinere Maasse als die der männlichen Schädel. Was die gegenseitige Länge des Frontale (127), Parietale (117) und Occipitale (119) anbetrifft, so treffen wir den männlichen ähnliche Verhältnisse. Im Allgemeinen ist das Frontale der längste Knochen, in zwei Fällen jedoch das Occipitale; in vier Fällen übertrifft das Occipitale das Parietale bedeutend an Länge, in den übrigen sind beide letztere Knochen entweder gleich lang, oder das Parietale ist länger: Jedenfalls wäre zu bemerken, dass das Occipitale am weiblichen Schädel im Verhältniss zu den beiden übrigen Knochen schwächer entwickelt ist, ein Umstand, der nicht ohne Einfluss auf den vorherrschend mesocephalen Charakter dieser Schädel geblieben ist.

Der Gesichtsindex beträgt im Mittel = 85,0 (chamaeprosop), in Folge von Defecten der Jochbogen und der Kiefer konnte derselbe nur an sieben Schädeln erhalten werden, unter ihnen befinden sich:

chamaeprosope = 5
leptoprosope = 2.

In Bezug auf diese Tabelle kann ich nur das über den Gesichtsindex der männlichen Schädel Gesagte wiederholen, dass in Folge der Kieferatrophie ich mich nicht für berechtigt halte, den erhaltenen Index für sicher aufgestellt zu rechnen. Was die Configuration der Stirn anbetrifft, so gilt das Gleiche wie für die männlichen Schädel. In der Mehrzahl der Fälle ist der unterhalb der *Tubera frontalia* liegende Theil nicht vertikal gestellt, sondern schief aufsteigend und geht schon in der Höhe der Tubera entweder ohne, oder unter schwachem Winkel in den langen, oberen, fast horizontal gestellten Theil des Stirnbeins über. Nur № 28, 29, 30, 32 und 33 besassen einen vertikal gestellten bis zu oder sogar über die Tubera reichenden unteren Theil der Stirn mit winkligem Uebergang in den oberen. An allen Schädeln ist die Stirn breit und horizontal gewölbt, verhältnissmässig platt war der vertikale Theil nur an № 32. Die *Tubera frontalia* sind gewöhnlich schwach entwickelt, die *Arcus superciliares* kaum bemerkbar, № 27 besitzt einen schwachen sagittalen Kamm. Die Stirnaht fehlte bei allen.

Die Augenhöhlenöffnung bildet ein Rechteck und ist horizontal gestellt. Der Index beträgt im Mittel = 89,4 (megasem), es befinden sich unter den 13 Schädeln:

mikroseme = 2
mesoseme = 5
megaseme = 6.

Die Oeffnung ist sowohl relativ, als auch absolut grösser wie bei den männlichen Schädeln. Eine besondere Weite des *Canalis naso-lacrymalis* war nicht zu bemerken, an zwei Schädeln war das Lacrymale nicht entwickelt.

Die Nasenknochen stehen durchgängig unter sehr stumpfem Winkel zu einander, der Rücken ist platt, zuweilen mit leichtem Sattel in der Mitte. Winklig zu einander gestellte Knochen mit scharfem Rücken aber ohne Sattel zeigten № 25 und 27. Der Nasenwinkel

ist ungemein stumpf, an vielen Schädeln standen der Nasenrücken und die Stirn fast in einer Flucht z. B. an № 30 und 31. Im Mittel beträgt dieser Winkel 143°, ist also noch grösser als bei den Männern. Die Nasenöffnung ist hoch und von birnförmiger Gestalt, ihre Breite ist = 25, die der Nasenwurzel = 20. Der Nasenindex beträgt = 52,0; gruppirt finden sich:

leptorhine = 2
mesorhine = 9
platyrhine = 2.

Ein Geschlechtsunterschied in der Bildung und Stellung der Nase ist nicht zu bemerken.

Die Höhe des Oberkiefers beträgt = 65, die Breite über dem 2-ten Molaris = 59, die Breite zwischen den lateralen unteren Enden der *Processus zygomatici* = 98 (Minimum = 86, Maximum 105). Vergleicht man diese Zahlen mit den früher citirten für die männlichen Schädel, so kommt man zu dem Schlusse, dass der weibliche Oberkiefer zwar schwächer angelegt ist, jedoch im Vergleich mit europäischen Schädeln immer noch zu den ungemein starken zu rechnen ist. Die beiden chamaeprosopen № 24 und 25 besassen eine obere Breite des Oberkiefers von 102, der leptoprosope № 34 sogar von 105. Die *Fossae caninae* fehlen, nur № 35 besitzt schwache. Der frontale Theil des Alveolarfortsatzes ist gewöhnlich mehr oder weniger prognath, die Zähne sind ohne Ausnahme orthognath gestellt, klein, eng gereiht und stark abgeschliffen. An № 28 persistirten in beiden Kiefern die 2-ten Milchpraemolares, an № 31 besassen die oberen *Dentes sapientiae* 4 Kronenhöcker, an № 33 waren die Weisheitszähne nicht entwickelt und die 2-ten Molares hatten jederseits nur einen Zungenhöcker. Cariöse Zähne kamen nicht vor.

Die Jochbeine sind stark, sowohl der Körper, als auch die Fortsätze, sie sind mehr seitlich als nach vorn gerichtet. Unter den 13 Schädeln befinden sich:

ohne jede Theilungsspur	= 6
beiderseits mit Theilungsspur	= 4
eine Theilungsspur nur links	= 2
eine vollständige Theilung beiderseits	= 1 (№ 30).

An № 34, welcher die hintere Theilungsritze am linken Jochbein besass, war auf der rechten Seite statt der Ritze ein starker einspringender Winkel zu bemerken.

Der Unterkiefer ist schwächer als am männlichen Schädel, besonders was die Höhe des Körpers und der Aeste anbetrifft. Seine Länge beträgt = 180, die Breite = 92, die Höhe des Körpers = 31, die Höhe der Aeste = 57, ihre Breite = 37. Der Winkel ist = 127° und um 4° grösser als bei den Männern. An zwei Unterkiefern war das Kinndreieck stark prominent.

Der Gesichtswinkel nach Broca ist = 74° und ist dem der Männer gleich. Derselbe Winkel nach Ihering beträgt 86°. Gruppirt finden sich:

prognathe = 3
mesognathe = 7
orthognathe = 3.

Ein Geschlechtsunterschied im Gesichtswinkel findet nicht statt. Orthognath sind № 32, 35 und 36, unter ihnen gehört nur № 32 zu der Gruppe mit vertikalem unteren Stirntheil.

In der Seitenansicht bildet die Conturlinie des weiblichen Schädels in der grössten Mehrzahl eine langgestreckte, fast regelmässige, hohe Ellipse mit geringer Prominenz des Hinterhaupts. Der Scheiteltheil ist lang und platt, leichte winklige Uebergänge der Stirn in den Scheitel und des Scheitels in das Hinterhaupt sind zu bemerken. Einen kurzen Scheitel besass № 26, an № 33 bildete die Conturlinie eine langgestreckte Parabel mit hohem und kaum prominentem Hinterhaupte. Die vertikale Höhe № 1 ist = 129 (Minimum = 121, Maximum = 135), die grösste Höhe ist = 132 (Minimum = 126, Maximum = 138). An № 32, 33 und 36 fällt die grösste Höhe nicht mit der vorderen № 1, sondern mit der hinteren № 2 zusammen, entsprechend diesem Umstande zeigt № 33 nicht die gewöhnliche elliptische, sondern eine parabolische Form der Conturlinie. Gemäss den überhaupt kleineren Dimensionen der weiblichen Schädel sind auch die drei Höhenmaasse im Vergleich zu den männlichen geringer. Der Abstand vom vorderen Rande des *Foramen magnum* bis zur Nasenwurzel und von demselben ersten Punkte bis zum Rande des Oberkiefers beträgt = 97, ein Geschlechtsunterschied ist in dieser Beziehung nicht zu bemerken. Die Länge der vorderen Hälfte des Schädels verhält sich zu der hinteren wie 90 : 100, man kann hieraus den Schluss ziehen, dass die Prävalenz der hinteren Hälfte vor der vorderen am weiblichen Schädel bedeutend grösser als am männlichen ist. An № 26, 31 und 35 ist die vordere Schädelhälfte grösser oder wenigstens der hinteren fast gleich.

Das Pterion ist durchgängig normal formirt, an № 30 existirt auf der linken Seite ein *Processus frontalis squamae temporalis*, an № 36 befand sich im linken Pterion ein Schaltknochen. Was die *Lineae temporales* anbetrifft, so stehen dieselben in der grössten Mehrzahl der Fälle in der Höhe der *Tubera parietalia*, welche letztere gut zu sehen sind. Hoch gegen den Scheitel hinaufgehende Temporallinien scheinen am weiblichen Schädel selten vorzukommen, wenigstens besass solche Linien nur № 36, an № 35 befand sich die obere etwas oberhalb des Tuber, im Ganzen sind dieselben schwach ausgebildet. Schaltknochen in der *Sutura parieto-mastoidea*, und zwar je einen grossen beiderseits besass № 24, links mehrere kleine № 25, an № 30 fand sich links ein grosser Schaltknochen in der *Sutura occipito-mastoidea*. Die *Processus mastoidei* sind kurz und schwach.

In der *Norma verticalis* bieten die weiblichen Schädel dieselbe Umgrenzungslinie wie die männlichen. Sowohl die *Tubera parietalia*, als auch die *Arcus zygomatici* sind von oben gut zu sehen. Der Scheitel, besonders in dem Raume zwischen den *Tubera parietalia*, ist abgeplattet, № 29, 30 und 31 zeichneten sich noch ausserdem durch das Vorhandensein einer

tiefen und breiten Furche längs der hinteren Hälfte der *Sutura sagittalis* aus; Spuren einer solchen Furche finden sich überhaupt an vielen Schädeln.

Die Form und das Verhalten der drei Hauptnähte des Hirnschädels unterscheiden sich in Nichts von denselben Angaben für die Männer, entsprechend der geringeren Altersklasse der weiblichen Schädel fanden sich bei ihnen die drei Nähte äusserlich meistentheils noch offen, völlig obliterirt waren sie nur an № 35, an № 29 und 30 war der temporale Theil der Coronalis schon verstrichen, an № 24 das hintere Drittel der Sagittalis. Nahtknochen fehlten durchgängig, sogar in der Lambdoidea waren sie selten und stets nur in geringer Anzahl, nur ein oder jederseits ein kleiner Schaltknochen in der letzteren Naht sind angemerkt an № 25, 28, 29, 33 und 34, an № 36 waren Spuren einer Quertheilung der Occipitalschuppe zu sehen.

In der Ansicht von hinten bildet die Conturlinie entweder ein Viereck (№ 24, 26, 28, 33 und 34) mit schwach gewölbtem Scheitel, oder ein Fünfeck (Mehrzahl), wobei der Scheitel in der Mitte einen leichten Winkel zeigt. Die Seiten sind entweder fast vertikal abfallend, oder sie sind leicht convex und convergiren merklich nach unten. Ein gut ausgesprochener sagittaler Scheitelkamm kam nicht zur Beobachtung. Das Mittel der grössten Schädelbreite ist = 134, das der interparietalen = 131, der intermastoidealen = 122. Die grösste Breite befand sich an demselben Orte wie bei den männlichen Schädeln, sie ist nur um ein sehr Geringes grösser als die interparietale Breite, während die letztere sehr bedeutend den Abstand zwischen den Wurzeln der *Processus mastoidei* übertrifft. In dieser starken Prävalenz des interparietalen Durchmessers vor dem intermastoidealen sehe ich das beste Unterscheidungsmerkmal für die weiblichen Schädel, auf Grund desselben kann man schon bei der blossen Ansicht von hinten das Geschlecht mit einiger Sicherheit bestimmen. Die Basis des Vier- oder Fünfecks ist durchgängig stark convex, indem die *Processus condyloidei* viel weiter nach unten prominiren als die schwachen *Processus mastoidei*, in gleicher oder fast gleicher Höhe befanden sich beide Fortsätze an № 27 und 32.

Was die Form des weiblichen Hinterhauptes anbetrifft, so wiederholt sich an demselben das schon für die männlichen Angegebene. Das obere Drittel der Occipitalschuppe bis zur Spina ist fast immer abgeplattet und bildet den am meisten nach hinten vorstehenden Theil, an dieser Abplattung nimmt häufig auch das hintere Drittel des Parietale Antheil. Der basal gerichtete Theil des Occipitale fängt unmittelbar von der Spina an, meistentheils unter starkem Winkel. Ein gleichmässig gewölbtes Hinterhaupt besass nur № 30. An einigen Schädeln, wie z. B. an № 24 und 30, setzt sich die sagittale Furche des Scheitels noch auf das obere Drittel der Squama fort. Auch an den weiblichen Schädeln bildet die Occipitalschuppe einen der am stärksten entwickelten Theile der Hirnkapsel; einen Geschlechtsunterschied finde ich noch in dem Umstande, dass es den Anschein hat, als ob das Hinterhaupt beim weiblichen Aino überhaupt platter und weniger nach hinten vorgewölbt ist als beim männlichen. Die *Spina occipitalis externa* und die *Lineae nuchae* sind durchgängig schwach entwickelt und nicht scharf ausgesprochen, nur № 36 zeigte eine gut bemerkbare *Spina* und

Lineae nuchae supremae, torusartige Linien kamen an keinem der Schädel zur Beobachtung.

Die Basis bietet keine merklichen Geschlechtsunterschiede dar, etwas eingedrückt mit ungemein breiten *Incisurae mastoideae* fand sie sich an № 32. An № 24, 25 und verschiedenen anderen waren die *Fossae pterygoideae* auffallend eng, № 27 und 34 besass schwache *Processus praecondyloidei*, № 35 hohe, aber schmale *Processus paramastoidei*. Eine grosse Mannichfaltigkeit herrschte in der Form des *Foramen magnum*, es kamen, so zu sagen, alle möglichen Formen desselben vor, niemals waren die *Processus condyloidei* getheilt. Die Länge des Hinterhauptloches ist = 34 (Minimum = 32, Maximum = 36) seine Breite = 28 (Minimum = 26, Maximum = 30), sein Index ist = 82,3. Vergleicht man diese Mittelzahlen mit denen für die männlichen Schädel gewonnenen, so kann man den Schluss ziehen, dass das weibliche *Foramen magnum* relativ geräumiger ist. Das *Foramen jugulare* fand sich an drei Schädeln beiderseits von gleicher Weite, an den übrigen rechts grösser.

Die Länge des Gaumens beträgt 46, die Breite — 38, seine Dimensionen sind also geringer als beim Manne. In seiner Form bemerkte ich keinen Geschlechtsunterschied. Unter den 13 Schädeln befanden sich nur drei (№ 27, 28 und 34) mit langem und sehr tiefem Gaumen und ohne jede Spur eines sagittalen Torus, alle übrigen besassen den Torus bald schwächer, bald stärker entwickelt. Ungemein gut entwickelt fand sich der Torus an № 24, 25, 26, 29, 30 und 31. Die grösste Höhe erreicht derselbe an der Kreuzungsstelle der Gaumennäthe, an № 30 betrug dieselbe an dieser Stelle — 0,5, die grösste Breite — 1,2, an № 31 war die letztere sogar = 1,5. Der Torus theilt den Gaumen vollständig in zwei Hälften, von welchen jede eine vom *Foramen palatinum posterius* anfangende, tiefe, sagittale Furche darstellt. Die Entwickelung des Torus steht jedenfalls in keinem direkten Verhältniss zur Schwäche oder Stärke der übrigen Schädelvorsprünge. Auch die ungewöhnlich grosse Verlängerung des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers nach hinten von den *Dentes sapientiae* fand sich an den weiblichen Schädeln, an № 25 erreichte sie die Länge von 1,0.

Resumirt man in Kurzem die Geschlechtsunterschiede, so erhält man folgende Merkmale. Der weibliche Schädel besitzt eine durchschnittlich um 100 c. c. geringere Capazität und ist viel leichter als der männliche. Sein Breitenindex ist mesocephal, während der des männlichen noch dolichocephal ist. Beide Schädel sind orthocephal, wobei sich der weibliche mehr der Grenze der Hypsocephalie nähert. An letzterem sind der Umfang und die Bögen geringer, die Oeffnung der Augenhöhle ist sowohl relativ, als auch absolut grösser, die Kiefer sind schwächer angelegt, die Prävalenz der hinteren Schädelhälfte vor der vorderen ist bedeutend grösser. Beim weiblichen Aino sind die Temporallinien weniger entwickelt und gehen selten hoch an dem Scheitel hinauf, ein gut ausgebildeter Scheitelkamm scheint nicht vorzukommen. Das Hinterhaupt ist weniger prominent, mehr abgeplattet und gleichmässiger gewölbt, die interparietale Breite prävalirt vor der intermastoidealen, während am männlichen Schädel beide Breiten einander fast gleich sind.

Die kindlichen Ainoschädel.

Zur Untersuchung dienten im Ganzen drei Schädel, die Messungen konnten jedoch nur an zwei vorgenommen werden, da der dritte (№ 230 Ak. d. W.) zu defect war, um zur Bestimmung des Inhalts u. s. w. verwandt zu werden. Dem Alter nach gehörten die drei Schädel in die Periode des Anfangs der zweiten Dentition, an den beiden gemessenen waren die Incisivi schon durchgebrochen. Irgend welche Vermuthungen über das Geschlecht derselben aufzustellen, hielt ich für unmöglich. Der Inhalt beträgt im Mittel — 1214 c. c., das Gewicht — 393 grmm. Der Breitenindex ist für beide mesocephal (im Mittel = 78,9), der Höhenindex von № 37 ist hypsocephal, von № 38 orthocephal. Der Breitenbreitenindex ist = 62,6, der Breitenhöhenindex für № 37 = 100, für № 38 = 90,0. № 37 ist dem Gesichtswinkel nach orthognath, № 38 mesognath.

In der *Norma facialis* zeichnen sich beide Schädel durch einen gut entwickelten vertikalen, unteren Stirntheil aus, welcher sich bis zu den oberen Grenzen der Stirnhöcker erstreckt. An beiden sind noch Reste der *Sutura frontalis* auf dem *Processus nasalis* bemerkbar. Die Stirnhöcker sind gut, die *Arcus superciliares* nicht ausgebildet. Die Oeffnung der Augenhöhle ist bei № 37 kreisrund, bei № 38 quadratisch mit abgerundeten Winkeln, der Index ist für beide megasem (97,0). Die Nasenknochen sind unter sehr schwachem Winkel zu einander geneigt, in Folge dessen ist der Rücken platt mit leichtem Sattel auf der Mitte. Der Nasenindex von № 37 ist leptorhin, für № 38 platyrhin; der Nasenwinkel beträgt für beide — 156° und ist also ungemein stumpf.

Die *Ossa zygomatica* sind seitlich gerichtet. An № 37 ist das linke defect, das rechte ohne Theilungsschlitz, auch an № 38 fehlt beiderseits der hintere Theilungsschlitz, während er an dem nicht gemessenen dritten Schädel links vorhanden ist. Weder der Ober-, noch der Unterkiefer bieten Besonderheiten dar, bei № 37 beträgt die Breite des Oberkiefers zwischen den unteren Enden der *Sutura zygomatico-maxillaris* — 8,9, bei № 38 — 7,8, an letzterem Schädel sind die durchgebrochenen Frontalzähne etwas prognath gestellt. In Folge des jüngeren Alters ist die Breite des Oberkiefers noch grösser als seine Länge (55:53). Nur № 38 besitzt schwach entwickelte *Fossae caninae*. Der Winkel des Unterkiefers beträgt 126°, er ist gleich dem der weiblichen Schädel. Der Gesichtsindex ist für beide chamaeprosop.

An № 37 bildet in der Seitenansicht die Conturlinie eine hohe und nicht langgestreckte Ellipse ohne besondere Prominenz des Occipitale; bei № 38 ist die Umgrenzungslinie mehr parabolisch mit leichter Prominenz des Hinterhauptes. An № 37 findet sich ein normales Pterion, an № 38 enthält es links einen Schaltknochen. Die tiefe Incisur zwischen dem oberen Rande der Schläfenschuppe und der *Pars mastoidea* ist an beiden Schädeln vorhanden, an № 38 liegt in ihr beiderseits ein Schaltknochen, an № 37 nur links. Die Schläfenlinien sind schwach entwickelt und gehen nicht weit hinauf. Die Entfernung vom *Foramen*

magnum bis zur Nasenwurzel ist im Mittel um 0,5 grösser als derselbe Abstand bis zur Mitte des Oberkiefers. Bemerkenswerth ist das Verhältniss zwischen der Länge der vorderen zur hinteren Schädelhälfte. Während beim erwachsenen männlichen Schädel ein merklicher Unterschied zwischen beiden Längen nicht existirt, bekommt man beim erwachsenen weiblichen zu Gunsten der hinteren Hälfte schon 1,0, beim kindlichen aber 2,0 (80 : 99), ein Umstand, welcher offenbar auf der geringeren Entwickelung des Gesichtes bei beiden letzteren Gruppen basirt.

In der *Norma verticalis* bildet die Schädellinie an № 37 eine fast regelmässige Ellipse ohne besonderes Hervorragen der *Tubera parietalia*, an № 38 ein langes Oval mit der breitesten Stelle zwischen den Tubera. An № 37 sind die Nähte wenig gezackt und ohne jede Schaltknochen, an № 38 ist nur die Coronalis verhältnissmässig einfach und in der Lambdoidea befindet sich links ein grosser Schaltknochen. Der letztere Schädel zeichnet sich noch ausserdem durch eine starke Abplattung des Scheitels in der Gegend der hinteren Hälfte der Sagittalis aus.

In der Ansicht von hinten bildet № 37 ein Fünfeck mit fast parallelen Seiten, № 38 ein Viereck mit gewölbtem Scheitel. Die charakteristische Abplattung des oberen Drittels der Occipitalschuppe ist an beiden Schädeln gut bemerkbar, die beiden unteren Drittel sind basal gewendet, *Spina* und *Lineae nuchae* sind nicht entwickelt. Die *Processus condyloidei* und *mastoidei* stehen fast auf gleicher Höhe.

Der Umfang beträgt im Mittel — 477, der Querbogen — 300, der Längsbogen — 342. Die Mittelzahl für den Stirn- und Scheitelbogen ist fast die gleiche, während der Occipitalbogen wenigstens an № 37 bedeutend kleiner als die beiden vorhergehenden ausfällt. An beiden Schädeln übertrifft der interparietale Durchmesser noch sehr stark den intermastoidealen.

Die Schädelbasis bietet nichts Bemerkenswerthes dar, an beiden Schädeln ist das *Foramen magnum* von elliptischer Form und sehr geräumig, seine Durchmesser sind denen für die männlichen und weiblichen völlig gleich; sein Index beträgt im Mittel — 87,8. An № 37 ist das rechte *Foramen jugulare* weiter, an № 38 ist ein Grössenunterschied nicht zu bemerken. Die Länge des Gaumens beträgt im Mittel — 34, die Breite — 29, an № 37 bildet der Gaumenbogen die Hälfte eines Kreises. An № 37 ist schon der Anfang zur Entwickelung eines sagittalen Gaumentorus sichtbar.

Allgemeine Charakteristik der Ainoschädel auf Grund eigener und fremder Beobachtungen.

Es ist schwer die Zahl der in den verschiedenen Museen befindlichen Ainoschädel auch nur annähernd richtig zu bestimmen. In Russland sind dieselben, so viel mir bekannt, folgendermaassen vertheilt. Im Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg befinden sich gegenwärtig 39 Schädel, sämmtlich von der Insel Sachalin, einer von ihnen, der eines 7—8 jährigen Kindes, ist ein Geschenk von Fr. Schmidt, ein zweiter, stark defecter stammt von Brylkin (1863), alle übrigen von Poljakoff aus den Jahren 1882—83. Unter den Poljakoff'schen Schädeln befinden sich zwei weibliche mit den zugehörenden Skeletknochen. Dem Museum der Kaiserlichen militär-medizinischen Akademie gehören 4 Schädel und ein Kopf mit Weichtheilen ebenfalls von Sachalin. Ausserdem hat, soviel mir aus mündlichen Mittheilungen bekannt, Dr. Suprunenko zu Anfang dieses Jahres 15 Ainoschädel, wovon einer mit vollständigem Skelet, von Sachalin nach Petersburg gebracht und wird dieselben auf der Ausstellung des Congresses über Gefängnisswesen ausstellen. Zwei Schädel, welche sich im Museum der Geographischen Gesellschaft befanden, sind nicht mehr vorhanden und es ist unbekannt, wohin dieselben gekommen sind. Im Museum der Ethnographischen Gesellschaft zu Moskau besitzt man 3 Schädel, zwei männliche, der eine mit Skelet, und einen weiblichen mit Skelet, alle drei von Sachalin, sie sind von Prof. Anutschin[1]) beschrieben. Einen Schädel hat die Geographische Gesellschaft zu Irkutzk und einige Schädel befinden sich wahrscheinlich im ethnographischen Museum zu Wladiwostok.

Im Auslande sind folgende Schädel bekannt[2]): ein männlicher von der Insel Yesso beschrieben von Busk[3]), ein weiblicher mit Skelet und drei männliche Schädel ebenfalls aus Yesso, beschrieben von Davis[4]), der Schädel eines Mädchens? von circa 9 Jahren aus Japan, beschrieben von Kennedy[5]) und ein wahrscheinlich männlicher Schädel von Yesso beschrieben von Dönitz[6]). Prof. R. Virchow[7]) besitzt 6 Ainoschädel, unter ihnen stammen

---

1) Анучинъ. Матеріалы для антропологіи восточной Азіи, 1. племя Айновъ. — Извѣстія Императорскаго Общества любителей естествознанія, антропологіи и этнографіи. Том. XX. Труды антропологическаго отдѣла, кн. 2, вып. 1, Москва 1876, p. 79.

2) Ich entnehme einen Theil dieser Angaben und ausserdem eine gewisse Anzahl von Messwerthen dem ersten Theile der ausgezeichneten Arbeit von Prof. v. Török: Ueber den Yessoer Ainosschädel aus der ostasiatischen Reise von H. Grafen Béla Széchenyi und über den Sachaliner Ainosschädel des Königl. zoologischen und anthropologisch-ethnographischen Museum zu Dresden. — Archiv für Anthropologie, Tom. XVIII. 1888. p. 14.

3. G. Busk. Description of an Aino- Skull.-Transactions of the Ethnological Society of London, New Series, vol. 6, 1867, p. 109.

4) J. B. Davis. Description of the Skeleton of an Aino Woman and of three Skulls of Man of the same race.—Memoirs read before the Anthropolog. Soc. of London. Vol. III, 1870, p. 26 und: Supplement to Thesaurus craniorum. Catalogue of the Skulls of the various races of Man in the collection of J. B. Davis. London 1875.

5) Kennedy. Journal of Anatomy and Physiology. Edinburgh 1871.

6) Dönitz. Bemerkungen über Aino. Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama, 1874. Heft 6. December, p. 61.

7) Virchow. a. Zeitschrift für Ethnologie 1873. —

zwei (männliche) von Sachalin und vier (zwei männliche und zwei weibliche) von Yesso. Im anthropologischen Museum zu Krakau befinden sich 20 Ainoschädel, 11 männliche und 9 weibliche, 5 mit Theilen des übrigen Skelets, sämmtlich von Sachalin und in zwei Abhandlungen von Prof. I. Kopernitzky[1]) beschrieben. Das zoologische Museum zu Dresden[2]) hat einen Schädel von Sachalin, das anthropologische Museum zu Budapest[3]) einen Schädel aus Yesso. Ausserdem führt v. Török[4]) noch folgende bekannte Ainoschädel an: 1 von Flower, 1 von v. Siebold und 2 von Bälz. Soviel mir bekannt, muss ausserdem eine Collection von solchen Schädeln an der Universität von Tokio in Japan vorhanden sein. Im Ganzen befinden sich also im Besitz von Museen und Privatpersonen circa 107 Schädel, wobei aus dieser Zahl 68 auf Russland kommen.

Im Folgenden mache ich den Versuch, durch vergleichende Betrachtungen den Typus der Ainoschädel und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Rassen und Stämmen zu bestimmen. Zu diesem Zwecke erlaube ich mir nicht nur die literarischen Angaben, sondern auch eine Reihe vergleichender Data, gestützt auf die Untersuchung einer, wenn auch kleinen Sammlung von mir zur Verfügung stehenden Rassenschädeln zu benutzen. Das Missliche eines solchen Versuches ist mir wohl bekannt, Literaturangaben, besonders Messungen, da man die betreffenden Schädel nicht vor sich hat und die Messung häufig unter anderen Principien vorgenommen ist, können zu groben Fehlern führen, ebenso kann auch die Vergleichung einer bestimmten Anzahl von Ainoschädeln mit denen anderer Stämme oder Rassen, wobei von letzteren der Autor eine verhältnissmässig zu geringe Anzahl besitzt, nur eine sehr relative Bedeutung beanspruchen.

Auf Grund meiner Messungen erhielt ich als die Mittelzahl für den Rauminhalt der Schädel männlicher Ainos — 1431 cc., weiblicher — 1331 cc. In dieser Beziehung sind meine Werthe beträchtlich grösser als die von Kopernitzky (M = 1364, W = 1214), ungefähr stimmen sie mit den Resultaten von Virchow (M = 1442, W = 1400). Vergleicht man meine Mittelzahlen mit der Tabelle von H. Welker[5]) für folgende mongolische Völker:

Japaner	(8) = 1385
Tungusen	(5) = 1410
Chinesen	(54) = 1444
Burjaten	(8) = 1489

Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte. p. 121.

b. Zeitschrift für Ethnologie 1876. Verhandlungen etc., p. 10.

c. Zeitschrift für Ethnologie 1880. Verhandlungen etc., p. 207.

d. Zeitschrift für Ethnologie 1882. Verhandlungen etc., p. 224.

1) J. Kopernicki. a. O kosciach Ainosów. W. Krakowie, 1881.

b. Czaszki Ainów wedlug nowych materyalow. W. Krakowie. 1886.

2) A. B. Meyer. Mittheilungen über das getheilte Wangenbein. Zeitschrift für Ethnologie. 1881. Verhandlungen etc. p. 332.

3. v. Török, l. c., p. 17.

4. v. Török, l. c., p. 16.

5) J. Ranke. Der Mensch. Tom. II, Leipzig 1887, p. 229.

so würden dem Rauminhalte nach unsere männlichen Ainos sich zwischen den Tungusen und Chinesen befinden, während dieselben nach den Resultaten von Kopernitzky noch vor die Japaner zu stellen wären. Auf Grund meiner Zahlen könnte man sich die Bemerkung erlauben, dass in Folge des grossen Rauminhalts des Schädels die Ainos zu den Völkern von hohem Wuchse, resp. langem Rumpfe zu rechnen sind. Was das Maximum des Inhalts anbetrifft, so erhielt ich für die Männer — 1662, für die Weiber — 1562, Kopernitzky für M. — 1536, für W. — 1366. Mein Minimum beträgt für die Männer — 1252, Weiber — 1212, das von Kopernitzky für M. — 1140, für W. — 1078. Auch in dieser Hinsicht fallen meine Werthe im Vergleich mit denen von Kopernitzky viel höher aus, besonders was das Maximum und Minimum der weiblichen Schädel anbetrifft.

Gewichtsbestimmungen sind meines Wissens ausser von mir nur noch von Kopernitzky an den 8 von ihm im Jahre 1881 beschriebenen Ainoschädeln vorgenommen worden. Als Mittel der Schwere erhielt ich für Männer — 740 grm., für Weiber — 606 grm.; Kopernitzky für Männer — 606, für Weiber — 558, hierbei wäre zu bemerken, dass von den Schädeln von Kopernitzky nur ein männlicher und zwei weibliche den Unterkiefer besassen und dass in Folge dieses Umstandes seine Schwere sich mehr auf solche ohne Unterkiefer bezieht. Jedenfalls muss man sagen, dass die Ainoschädel zu den unbedingt schweren zu rechnen sind.

In der folgenden Tabelle stelle ich den Längenbreitenindex aller gemessenen Ainoschädel zum Zweck einer Vergleichung unter sich und mit anderen Völkern zusammen, wobei ich für die Indices der Mongolen ausser den literarischen Daten eigene Untersuchungen benutze.

Männliche Ainos.

	Sachalin.	Yesso.
hyperdolichocephale	1	0
dolichocephale	22	2
mesocephale	16	5
hyperbrachycephale	1	0
	40	7

Weibliche Ainos.

	Sachalin.	Yesso.
dolichocephale	7	1
mesocephale	14	2
brachycephale	1	0
	22	3

Kindliche Ainos.

	Sachalin.	Yesso.
mesocephale	2	1

Auf Grund dieser Tabelle, welche sich auf die Messungen von 75 Schädeln stützt, kann man folgende Schlüsse ziehen. Der Breitenindex männlicher Ainoschädel von Sachalin ist vorzugsweise dolichocephal (57,5%), jedoch findet sich auch eine beträchtliche Anzahl mesocephaler Schädel (40%), auf Yesso scheint das Verhältniss ein umgekehrtes zu sein; brachycephale männliche Schädel gehören zu den Seltenheiten (2,5%). Die weiblichen Schädel sowohl von Sachalin, als auch von Yesso sind zu zwei Dritteln mesocephal (63,6%), zu einem Drittel dolichocephal (31,8%), die kindlichen sind rein mesocephal. Es wiederholt sich an den Ainos die schon von Weissbach für österreichische Völker gemachte Bemerkung, dass bei einem im Allgemeinen dolichocephalen Typus der letztere mehr für die Männer giltig ist, während die Weiber mehr zur Mesocephalie neigen.

Zieht man aus den von mir erhaltenen Breitenindices (M. = 74,5, W. = 76,1) und denen von Kopernitzky (M. = 73,8, W. = 74,6) die Mittelzahlen, so erhält man für die Männer — 74,1 und für die Weiber — 75,3, oder nimmt man sämmtliche Indices, ohne auf das Geschlecht Rücksicht zu nehmen, d. h. dolichocephale = 33, mesocephale = 37, brachycephale = 2, so ergiebt sich der gewiss bemerkenswerthe Umstand, dass die Ainos in Bezug auf ihren Breitenindex nicht die geringste Aehnlichkeit mit einem der sie umgebenden Völker oder mit dem mongolischen Typus überhaupt aufweisen. Nach Ranke[1]) ist das Procentverhältniss des Breitenindex für Mongolen folgendes:

	dolichocephale	mesocephale	brachycephale.
133 Mongolen überhaupt	9	39	52
darunter:			
58 Chinesen (nach Welker)	12	54	34
(nach Topinard)	25	42	33
75 Nord- und Mittelasiatische Mongolen	6	27	67
72 Ainos	46	51	3

Nach den Tabellen sowohl von Welker[2]), als auch von Topinard[3]) giebt es überhaupt keine dolichocephalen mongolischen Stämme, unter den meso- und brachycephalen stellen dieselben Autoren folgende Mittelzahlen des Breitenindex auf:

13 Tibeter (Welker) = 75,3
50 Chinesen (König) = 76,9
3 Birmanen (Welker) = 77,5
4 Tungusen (Bogdanow) = 78,0
23 Mongolen von Kuldscha (Topinard) = 78,2

1) Ranke. l. c., p. 204.
2) Ranke. l. c., p. 191.
3) Topinard. Éléments d'Anthropologie générale. Paris 1885, p. 405.

54 Chinesen (Welker) ..... = 79,1
9 Burjaten (Bogdanow) ..... = 81,1
2 Jakuten (Bogdanow) ..... = 81,5
4 Ostjaken (Bogdanow) ..... = 82,3
5 Tungusen (Welker) ..... = 83,6
8 Burjaten (Welker) ..... = 85,1.

Es ist leicht zu erschen, dass die Ainos unter keinen dieser Indices zu gruppiren sind, am nächsten zu ihnen würden noch die Bewohner des Hochplateau von Tibet stehen, deren verwandtschaftliche Beziehungen zu den ersteren jedenfalls sehr zweifelhaft sein würden.

Unterwirft man die die Ainos zunächst umgebenden mongolischen und mongoloiden Stämme einer näheren vergleichenden Betrachtung, so ergeben sich Resultate, welche ebenfalls eine direkte Verwandtschaft derselben mit den Ainos zweifelhaft machen. Ueber die Indices der Kamtschadalen war es mir unmöglich nähere Nachrichten zu sammeln. In Bezug auf die Giljaken finden sich in der Arbeit von v. Schrenck[1]) die Messungen von 3 männlichen und einem weiblichen Schädel, dem Breitenindex nach ergaben sich:

Männer:

dolichocephale (70,4 und 74,9) .... = 2
hyperbrachycephal (85,2) ..... = 1

Weiber:

dolichocephal (73,8) ..... = 1.

Ich selbst besitze den Schädel eines wahrscheinlich männlichen Giljaken aus der Umgegend von Sophiisk am Amur, sein Breitenindex ist brachycephal (80,7). Addirt man sämmtliche Indices, so erhält man als Mittel von 5 Giljaken = 77,0, d. h. einen mesocephalen Index, welcher grösser als der der Ainos ist. Es existiren ausserdem noch die Messungen an lebenden Giljaken von Dr. Seeland[2]), nach ihm ist bei diesem Stamme der Index cephalicus sowohl für die Männer, als für die Weiber = 86,2.

Als Mittel für 4 Tungusen erhielt Bogdanow — 78,0, Welker für 5 — 83,6; v. Schrenck[3]) maass 3 Tungusen (einen mesocephalen = 77,5 und zwei brachycephale = 84,7 und 82,2), sein Mittel beträgt — 81,4, also ist keiner der Indices dieser drei Autoren dem der Ainos ähnlich.

Auf dem Continente von Asien bildet den nächsten Nachbar der Sachaliner Ainos der Stamm der Orotschen, im Winter besteht sogar eine direkte Communication zwischen beiden

1) v. Schrenk. l. c., p. 232.
2) Зеландъ. Протоколы засѣданіи антропологическаго отдѣла Общества Любителей естествознанія etc. Москва 1886, p. 62.
3) v. Schrenk. l. c., p. 232.

über das Eis der tatarischen Meerenge. Dr. Rontscheffsky[1]) hatte im Jahre 1886 die Möglichkeit 17 Schädel dieses Stammes zu untersuchen, welche das ethnographische Museum zu Wladiwostok besitzt. Unter diesen Schädeln befanden sich 7 männliche, 8 weibliche und 2 kindliche. Als Mittel des Inhalts erhielt derselbe für die Männer — 1515 c. c., für die Weiber — 1334. Der Breitenindex gruppirte sich folgendermaassen:

Männer:

mesocephale	= 1
brachycephale	= 3
hyperbrachycephale	= 3

Weiber:

brachycephale	= 6
hyperbrachycephale	= 1
ultrabrachycephale	= 1

Kinder:

brachycephale	= 1
hyperbrachycephale	= 1.

Der allgemeine Breitenindex ist sowohl für die Männer als auch für die Weiber der gleiche, nämlich = 83,9 (v. Schrenck erhielt an einem Orotschen aus Nertschinsk = 84,1) — eine Zahl, die von der gleichen für die Ainos himmelweit verschieden ist.

Von Süden sind es die Japaner, welche zu den Ainos in unmittelbarer Beziehung stehen. Welker erhielt als Mittel des Breitenindex von 8 Japanern — 80,2, Topinard von 12 — 76,7. In meinem Besitze befinden sich 4 japanische Schädel, 3 männliche aus Hakodate und ein weiblicher aus Okinawa (Inseln Liu-kiu), die männlichen zeigen den Index: 82,1, 75,2 und 74,0, der weibliche 80,1. Addirt man meine Messungen, so bekommt man den allgemeinen Index = 77,9, also ebenfalls grösser als den der Ainos.

Es war die Vermuthung ausgesprochen, dass die Ainos möglicherweise über Korea die gegenwärtigen Wohnsitze eingenommen haben. Leider sind bis jetzt nur wenige Schädel von Korea bekannt, Bogdanoff maass 6 und erhielt als Breitenindex — 80,9; ich hatte die Möglichkeit zwei zu untersuchen, beide wahrscheinlich weibliche, der eine stammt aus der Bucht Possiet, der andere aus der Bucht Nowgorod, beide sind brachycephal mit dem Index von 82,6 und haben weder nach ihren Dimensionen, noch nach der Form die geringste Aehnlichkeit mit den Schädeln der Ainos.

---

1) А. Рончевскій. Измѣреніе 17 череповъ Орочей. — Медицинскія прибавленія къ Морскому Сборнику. 1888.

Resumirt man die ebengemachten Angaben über den Breitenindex, so muss man zu dem Schlusse kommen, dass die dolichocephalen Ainos nicht zu den Mongolen gehören; eine gewisse, wenn auch sehr entfernte Aehnlichkeit im Breitenindex findet sich zwischen ihnen und den Giljaken und Japanern, man kann dieselbe erklären, wenn man die schon Jahrhunderte dauernde Vermischung der Ainos mit den beiden genannten Stämmen in Betracht zieht.

Eine Tabelle für den Höhenindex der Ainos würde, analog dem Breitenindex zusammengestellt, folgendermaassen ausfallen:

Männer:

	Sachalin.	Yesso.
hypsocephale	10	2
orthocephale	26	2
platycephale	4	3
	40	7.

Weiber:

	Sachalin.	Yesso.
hypsocephale	10	2
orthocephale	13	1
platycephale	0	0
	23	3.

Kinder:

	Sachalin.	Yesso.
hypsocephale	1	1
orthocephale	1	0
	2	1.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dass dem Höhenindex nach sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Schädel vorzugsweise orthocephal sind, wobei bei den weiblichen orthocephale und hypsocephale fast in gleicher Zahl vorkommen. Ein Unterschied zwischen Sachalin und Yesso ist nicht aufzufinden, die verhältnissmässig grosse Anzahl platycephaler männlicher Schädel auf Yesso, kann bei der überhaupt geringen Anzahl der Schädel von dieser Insel dem Zufalle zugeschrieben werden. In Procentzahlen ausgedrückt würden sich folgende Verhältnisse ergeben:

Männer:

hypsocephale = 25,5%
orthocephale = 59,5%
platycephale = 14,9%

Weiber:

hypsocephale = 46,1%
orthocephale = 53,9%
platycephale = 0.

Als Mittelzahl des Höhenindex für die männlichen Schädel erhielt ich — 72,9, Kopernitzky — 73,5, für die weiblichen: ich — 74,4, Kopernitzky — 73,8. Das Mittel aus diesen Berechnungen würde für M. = 73,2, für W. = 74,1 sein. Des Vergleiches halber führe ich folgende Indices mongolischer Stämme an:

5 Giljaken = 74,5
3 Tungusen = 73,9
15 Orotschen = 73,4
4 Japaner = 74,8
2 Koreaner = 81,7.

Die Tabelle giebt den Beweis, dass die angeführten Mongolen mit Ausnahme der Koreaner ebenfalls orthocephal sind.

Der Gesichtsindex der Ainos beträgt nach meinen Messungen für die Männer — 87,4, für die Weiber — 85,0, nach den Messungen von Kopernitzky für M. — 91,5, für W. — 88,7. Sämmtliche dazu tauglichen Schädel gruppirt, erhält man folgende Uebersicht:

Männer:

chamaeprosope = 15
leptoprosope = 12

Weiber:

chamaeprosope = 9
leptoprosope = 4.

Jedenfalls gehört das Gesicht dem Index nach im Allgemeinen zu den niedrigen, wobei die männlichen Schädel mehr zur Leptoprosopie neigen als die weiblichen. Es ist schwer in dieser Beziehung eine einigermaassen genügend vergleichende Tabelle zusammenzustellen, da Rassenschädel, wenigstens ausgegrabene, gewöhnlich leider ohne Unterkiefer oder mit defecten Jochbögen gefunden werden. Mir standen folgende Messungen zu Gebote:

2 Giljaken (v. Schrenck)..... = 84,6
1 Tunguse (v. Schrenck)..... = 87,7
15 Orotschen (Rontscheffsky).... = 85,4
1 Japaner ..... = 100,0
1 Mandshu ..... = 98,5.

Die grosse Gesichtslänge des Japaners hing theilweise von einer unregelmässigen Zahnstellung ab, in Folge deren die beiden Zahnbögen nicht vollständig zum Schlusse kamen. Die Tabelle lässt, meiner Meinung nach, schon wegen der zu geringen Anzahl von Schädeln keine weiteren Schlussfolgerungen zu.

v. Török[1]) stellt den ungemein wichtigen Satz auf, «dass das Wesen eines echt breitgesichtigen Schädeltypus noch dadurch kennbar sei, dass bei diesem die Jochbreite nicht nur im Verhältniss zur grössten Stirnbreite (Paenozygie), sondern auch im Verhältniss zur grössten Schädelbreite überhaupt eine grössere ist». Durch seine Untersuchungen kam derselbe Autor zu dem Schlusse, dass bei den Ainos eine Annäherung zum thierischen Typus nachzuweisen ist, dessen Hauptmerkmal darin besteht, dass die Jochbreite die grösste Schädelbreite überflügelt. Ein sehr hoher «Jugo-Parietalindex» würde für Mongolen typisch sein, während für Europäer (Schädel aus Budapest) das umgekehrte Verhältniss besteht. Unter den von mir und Kopernitzky gemessenen Schädeln fand sich:

	Männl.	Weibl.	Kindl.	
a. die grösste Schädelbreite übertrifft die Interjugalbreite	25	15	2	42
b. beide Breiten sind gleich	1	1	0	2
c. die Interjugalbreite übertrifft die grösste Schädelbreite	8	1	0	9
				53.

Nach dieser Berechnung würden unter 53 Ainoschädeln sich 9 (18%) vorfinden, an welchen die Interjugalbreite die grösste Schädelbreite übertrifft, ein Verhältniss, welches ohne Zweifel zu Gunsten eines im Allgemeinen sehr breiten Gesichtes spricht und nach der Meinung von v. Török ausserdem noch eine grössere Annäherung zum thierischen Typus und die Wahrscheinlichkeit einer Verwandtschaft der Ainos mit den Mongolen vorstellen würde. Ob man sich dieser Eigenthümlichkeit des Schädels zur Erklärung des Ursprungs der Ainos wird bedienen können, bezweifle ich, um so mehr, als ein Prävaliren des interjugalen Durchmessers vor der grössten Breite z. B. auch bei Malayen (Maoris) und Anderen vorkommen kann.

Der Gesichtswinkel nach Ihering ist für männliche und weibliche Ainos der gleiche, nämlich = 86°, gruppirt man, so finden sich unter 38 Schädeln:

prognathe = 6
mesognathe = 24
orthognathe = 8.

Leider kann ich mit meinen Resultaten die von Kopernitzky in dieser Beziehung nicht vergleichen, da letzterer den Gesichtswinkel nach der Methode von Camper und

1) v. Török. l. c., p. 90 und 91.

Quatrefages bestimmt hat. Den Gesichtswinkel der die Ainos umgebenden Stämme enthält folgende Tabelle:

5 Giljaken (4 v. Schrenck) . . . . . = 87° (2 orthognathe und 3 mesognathe).
2 Oltscha (v. Schrenck) . . . . . = 85° (beide mesognath).
1 Orotsche (v. Schrenck). . . . . = 93°.
2 Tungusen (v. Schrenck) . . . . . = 88° (1 mesognath und 1 orthognath).
4 Japaner (eigene). . . . . = 88° (1 orthognath und 3 mesognath).
2 Koreaner (eigene). . . . . = 90° (beide orthognath).
1 Mandshu (eigener) . . . . . = 88°.

Ein Unterschied in der Procentzahl für die mesognathen Schädel ist zwischen Ainos und Mongolen nicht zu bemerken, höchstens ist auffallend, dass unter den von mir angeführten Mongolen sich kein einziger prognather vorfindet, während unter den Ainos der Prognathismus 16 Procent ausmacht. Die Schädel von Kopernitzky lassen eine Vergleichung mit den Orotschen von Rontscheffsky zu, da beide Autoren den Camper'schen Gesichtswinkel berechneten. Kopernitzky erhielt für 10 männliche Schädel — 81° und für 7 weibliche — 77°, Rontscheffsky für 7 M. — 79° und für 8 W. — 78°. Bei beiden zeichnen sich die männlichen Schädel durch einen höheren Gesichtswinkel vor den weiblichen aus, was bei den von mir gemessenen nicht der Fall war.

Eine grosse Mannichfaltigkeit herrscht bei den Ainos in der Form der Augenhöhlenöffnung. Meine und die von Kopernitzky dem Index nach geordnet, erhalten wir:

mikroseme = 13
mesoseme = 29
megaseme = 17.

Obgleich der Uebersicht nach der allgemeine Charakter der Augenhöhlenöffnung als mesosem zu bezeichnen ist, kommen doch die beiden übrigen Formen in solcher Häufigkeit vor, dass man geneigt sein könnte, diese Variabilität nicht einer Rasseneigenthümlichkeit, sondern eher Alters- und Geschlechtsunterschieden zuzuschreiben. Der allgemeine Augenhöhlenindex meiner und Kopernitzky's Schädel beträgt — 86,4, zur Vergleichung füge ich folgende Uebersicht hinzu:

15 Orotschen (Rontscheffsky) . . . = 80,5
5 Giljaken (4 v. Schrenck) . . . . = 83,6
3 Tungusen (v. Schrenck). . . . . = 91,3
4 Japaner (eigene) . . . . . = 91,7
18 Chinesen (Flower). . . . . = 89,9
2 Koreaner (eigene). . . . . = 92,0
7 Japaner (Flower) . . . . . = 92,5
1 Mandshu (eigener) . . . . . = 100,0.

Auch aus dieser Tabelle geht deutlich hervor, dass die Ainos gemäss dem Index der Augenhöhlenöffnung nichts Gemeinschaftliches mit Mongolen haben, wenigstens nicht mit solchen, welche ich zur Vergleichung unter den Händen hatte. Auch ohne den Zirkel anzusetzen, kann man sich leicht überzeugen, dass die rechteckige und mesoseme Form der Oeffnung bei den Ainos sich scharf von der fast kreisrunden und megasemen der Mongolen unterscheidet. Die mesoseme Augenhöhle meines Giljaken variirt von der der Ainos durch ihren stark nach unten und aussen geneigten Rand.

Dem Nasenindex nach gruppirten sich unsere und Kopernitzky's Schädel folgendermaassen:

leptorhine = 8
mesorhine = 36
platyrhine = 15.

Die Nase wäre also im Ganzen mesorhin (60%) mit einem Index von 51,3, platyrhine finden sich zu 25 Procent. Die Indices von mongolischen Stämmen ergeben Folgendes:

5 Giljaken (4 v. Schrenck)	=	53,5
3 Tungusen (v. Schrenck)	=	50,2
2 Koreaner (eigene)	=	49,6 (1 platyrhin und 1 leptorhin).
15 Orotschen (Rontscheffsky)	=	48,4
1 Mandshu (eigener)	=	44,8
4 Japaner (eigene)	=	44,2.

Es wäre zu bemerken, dass an dem Mandshuschädel sich gut ausgebildete *Fossae praenasales* vorfinden, eine Eigenthümlichkeit, welche ich an Ainos nicht ein einziges Mal beobachten konnte; da bei den letzteren in Bezug auf den Index nur die leptorhine Form selten ist, so kann man aus der oben angeführten Uebersicht wenigstens schliessen, dass die Ainos in der Form der Nase nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Japanern haben.

Ausser dem Nasenindex berechnete ich noch den Winkel, welchen der Rücken der Nase mit dem unteren Theile der Stirn bildet und fand denselben bei Männern = 140°, bei Weibern = 143°. Folgende Winkel erhielt ich an den in meinem Besitze befindlichen Mongolen:

1 Giljake	156°
4 Japaner	146°
2 Koreaner	160°
1 Mandshu	159°.

Wenn die Anzahl der Schädel nicht zu gering wäre, könnte man sich vielleicht auf Grund dieser Zahlen die Bemerkung erlauben, dass bei den Ainos im Vergleich zu den Mongolen die Nase etwas stärker prominirt.

Seit einer Reihe von Jahren haben die Anthropologen ihr Augenmerk auf eine Eigenthümlichkeit des japanischen Schädels gerichtet, welche man, ob mit Fug und Recht lasse ich dahin gestellt sein, *Os japonicum* nannte und als eine spezielle Stammeigenschaft dieses Volkes betrachtete. Das zweigetheilte Jochbein tritt in zweierlei Form auf: entweder als eine vollständige Theilung dieses Knochens in eine obere grössere und untere kleinere Partie, wobei die Theilung sich durch eine mehr oder weniger zackige, horizontal verlaufende Sutur manifestirt, oder als ein fast geradliniger Schlitz oder Ritze, welche aus der *Sutura zygomatico-temporalis* ihren Anfang nehmend, horizontal im *Processus temperalis os. zyg.* nach vorn verläuft, um bald (nicht länger als 1,0) an der Grenze des Uebergangs des genannten Fortsatzes in den Körper zu enden. Diese sogenannte hintere Ritze liegt bald dem oberen, bald dem unteren Rande des Fortsatzes näher; viel seltener existirt eine vordere Ritze, welche aus der *Sutura zygomatico-maxillaris* etwas oberhalb des unteren Randes des entsprechenden Fortsatzes entspringt, sich horizontal nach hinten wendet, um ebenfalls bald zu enden. Beide Ritzen sind unabhängig von einander vorhanden, selten finden sich beide zugleich, wenn nur eine — dann am häufigsten die hintere. Man muss annehmen, dass das Jochbein im embryonalen Zustande eine gewisse Neigung zu einer horizontalen Theilung besitzt. In dem einen Falle manifestirt sich diese Neigung am Neugeborenen durch die Existenz eines völlig getheilten Jochbeins, im anderen durch die Anwesenheit der eben beschriebenen Ritzen. Die letzteren, welche in dieser Periode schon gut bemerkbar sind, scheinen für das ganze übrige Leben zu persistiren; das völlig getheilte Jochbein persistirt entweder ebenfalls, wobei sich eine ziemlich zackige Naht zwischen beiden Hälften entwickelt, oder die Naht obliterirt im späteren Alter meistentheils von der *Sutura zygomatico-maxillaris* aus. Bei Obliteration der Naht kann das hintere Ende derselben ebenfalls in Form einer der oben beschriebenen Ritze völlig ähnlichen offen bleiben. Man kann in Folge dessen zweierlei horizontale Ritzen am Jochbeine unterscheiden, erstens solche, welche in Folge der embryonalen Neigung des Knochens zur Theilung entstehen und stationär bleiben, und zweitens solche, welche sich als Reste der obliterirten *Sutura transversa* bezeichnen lassen. Beiderlei Ritzen sind leicht von einander zu unterscheiden dadurch, dass bei der persistirenden ersteren die normalen vertikalen Durchmesser des Jochbeins nicht verändert sind, während bei der zweiten Art — dem Reste der *Sutura transversa* — sowohl der vertikale, als auch der Dickendurchmesser des Jochbeins anomal und, wenn nur auf einer Seite, unsymmetrisch vergrössert sind.

Das zweigetheilte Jochbein kommt beiderseits oder nur auf einer Seite des Schädels ohne Zweifel bei allen Rassen des Menschengeschlechtes vor, jedoch mit dem Unterschiede, dass es bei den meisten Stämmen zu den grössten Seltenheiten gehört, während es bei anderen, zwar nur sehr wenigen, häufiger zur Beobachtung kommt[1]). Man könnte den Satz

1) Für die betreffende Literatur erlaube ich mir zu citiren:

W. Gruber. Monographie über das zweigetheilte Jochbein bei dem Menschen und den Säugethieren. Wien, 1873.

W. Gruber. Nachträge zum zweigetheilten Joch-

aufstellen, dass diese Anomalie des Schädels sich auf eine bestimmte Stelle der Erde concentrirt und hier durch Vererbung sich in bestimmten Proportionen erhält. Von diesem Centrum aus verbreitet sich die Anomalie radienartig gegen die Peripherie, um je weiter vom Centrum desto seltener aufzutreten. Das eben Gesagte scheint sich in gleicher Weise ebenfalls auf die obenerwähnten unvollständigen Ritzen im *Processus temporalis o. zygomatici* zu beziehen, nur mit dem Unterschiede, dass die Ritze auch sehr entfernt von ihrem Centrum bei den verschiedensten Stämmen noch sehr häufig auftreten kann und z. B. an russischen Schädeln durchaus nicht zu den Seltenheiten gehört.

Als Centrum für die vollständige Theilung des Jochbeins und theilweise auch für die Ritze als Zeichen der Neigung zur Theilung kann man den Stamm der Japaner ansehn. In dieser Beziehung ist der Name «*Os japonicum*» vollständig richtig, nur ist nicht zu vergessen, dass das *Os zygomaticum bipartitum* auch in Japan nur als Anomalie, wenn auch häufiger als an anderen Orten, auftritt und aus diesem Grunde niemals den Anspruch einer speziellen, ausschliesslichen Eigenschaft japanischer Schädel beanspruchen kann. Nach den Untersuchungen von Dönitz[1]) fand sich unter 50 japanischen Schädeln an 4 aus der nördlichen Provinz Echigo ein *Os zygomaticum bipartitum* und an 9 weiteren die Andeutung einer Theilung in Form der Ritze. An 4 in meinem Besitze befindlichen Japanerschädeln besitzt einer aus Okinawa (Liu-Kiu-Inseln) eine vollständige Theilung auf der rechten Seite und 2 die Ritze beiderseits. Man könnte also sagen, dass die vollständige Theilung am japanischen Schädel in 9% und die Ritze in 20% sich vorfinden.

Unter den von mir und Kopernitzky untersuchten 61 Ainosschädeln findet sich:

eine vollständige Theilung ..... an 1 (beiderseits)
beiderseits die persistente Ritze ..... an 21
nur links die persistente Ritze..... an 7
nur rechts die persistente Ritze..... an 5.

Unter 16 weiteren Schädeln, beschrieben von verschiedenen Autoren, hatten 2 eine

---

bein. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1873. p. 234.

W. Gruber. Ein Nachtrag zum Vorkommen des zweigetheilten Jochbeins. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1875, p. 194.

W. Gruber. Nachtrag zum Vorkommen des zweigetheilten Jochbeins. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1876, p. 230.

W. Gruber. Vierter Nachtrag zum Vorkommen des zweigetheilten Jochbeins. Anatomische Notizen. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und f. klin. Medizin. Berlin 1877, p. 382.

W. Gruber. Fünfter Nachtrag zum Vorkommen des Os zygomaticum bipartitum und Zurückweisung des Prädicates Os japonicum für dasselbe. Anatomische Notizen. Archiv f. pathol. Anatomie und Physiologie und f. klin. Medizin. 1879. p. 113.

R. Virchow. Ueber die ethnologische Bedeutung des Os malare bipartitum. Monatsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin 1881, p. 230.

B. Meyer. Mittheilungen über das getheilte Wangenbein. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 1881, p. 330.

1) Dönitz. Ueber die Abstammung der Japaner. Mittheilungen d. deut. Gesellschaft für Natur und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama 1875, H. VIII, p. 39.

einseitige vollständige Theilung des Jochbeins (Virchow und Davis) und 6 die hintere persistente Ritze (Virchow, Meyer, Busk und Dönitz). Alles in Allem erhalten wir unter 77 Ainoschädeln 3 mit völliger Theilung (ein- und doppelseitig) und 39 mit persistenten Ritzen oder in Procenten ausgedrückt 4% für das getheilte Jochbein und 50% für die Ritze.

Unter den 3 Schädeln mit getheiltem Wangenbein stammen 2 von Yesso und nur ein einziger (der unserige) von Sachalin. Da ich nicht glaube, dass Anutschin das Vorhandensein dieser Anomalie hat übersehen können, so ergiebt sich der bemerkenswerthe Umstand, dass unter einer verhältnissmässig sehr kleinen Anzahl (7) Ainoschädel von Yesso sich zwei mit getheilten Zygomatica befinden, während unter mehr als 65 Schädeln von Sachalin nur ein einziger dieselbe aufweist. Meine Procente und der eben angeführte Unterschied zwischen Yesso und Sachalin geben mir einiges Recht zu behaupten, dass auf Grund des gegenwärtig vorliegenden Materials nicht die Japaner das zweigetheilte Jochbein durch Vermischung von den Ainos erhalten haben, sondern umgekehrt die Ainos von den Japanern und dass auf Yesso, wo die Vermischung am stärksten war und sehr frühzeitig eintrat, sich auch die Anomalie unter den Ainos häufiger als auf Sachalin vorfindet. Südlich von Japan scheint das *Os malare bipartitum* zwar seltener aufzutreten, aber doch noch häufiger als z. B. in Europa, solche Schädel finden sich — soviel mir persönlich bekannt — in den Sammlungen zu Manilla und aus der Literatur sind mehrere Beispiele des Vorkommens der Anomalie unter den Dajaks[1]) bekannt.

Der persistenten Ritze, d. h. der, welche nicht durch Obliteration einer *Sutura zygomatica transversa* entstanden ist, gebe ich weniger Bedeutung schon aus dem Grunde, weil sie, wie es scheint, überall nicht sehr selten vorkommt, eine Ausnahme würden nach den Angaben von Virchow[2]) nur die deutschen Schädel bilden. Hier erlaube ich mir aus der verhältnissmässig kleinen Collection europäischer und nichteuropäischer Schädel, welche sich in der Kaiserlichen militär-medizinischen Akademie befinden, eine Tabelle des zweigetheilten Jochbeins und der persistenten Ritze zusammenzustellen, welche wenigstens für die letztere zum Beweise ihres häufigeren Vorkommens dienen kann. Unter 61 Schädeln von Embryonen aus den letzten Monaten und Neugeborenen wahrscheinlich russischer Nationalität fand sich die persistente Ritze an 5 (8%) und zwar an 3 beiderseits, an 1 rechts und an 1 links. An den Schädeln Erwachsener ergaben sich folgende Resultate:

Os malare bipartitum.

	beiderseits.	rechts.	links.
Russen[3])	12	9	10
3 Burjaten	1	—	—
4 Japaner	—	1	—
3 Baschkiren	—	1	—

1) Davis. Thesaurus craniorum. l. c., p. 294.
2) Virchow. Os malare bipartitum. l. c., p. 233.
3) In der anatomischen Abtheilung des anat. Museums der Kaiserlichen militär-medizinischen Akademie be-

Persistente hintere Ritze.

	beiderseits.	rechts.	links.
416 Russen	14	9	5
54 Finnen	1	1	1
4 Esten	—	1	—
8 Deutsche	—	1	—
1 Engländer	1	—	—
12 Tataren	1	2	2
2 Tscheremissen	—	1	—
3 Baschkiren	—	1	1
1 Sirjäne	—	—	1
2 Tscherkessen	—	1	—
3 Turkmenen	—	1	—
9 Papuas	1	—	—
2 Alfuren	—	1	—
3 Burjaten	—	1	—
4 Japaner	2	—	—
1 Mandshu	—	—	1
1 Giljake	1	—	—
2 Koreaner	—	1	—

Unter den Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung der Ainos führte ich, wenigstens für die Männer, das hohe Hinaufreichen der *Lineae temporales* gegen den Scheitel an. Es ist selbstverständlich, dass die grosse Entwickelung dieser Linien und der Sitz derselben noch oberhalb der *Tubera parietalia* keinen Rassen-, vielleicht aber einen Stammunterschied vorstellen kann, er beweist hauptsächlich eine stärkere Entwickelung des ganzen Kauapparates, in Folge dessen der Schädel an gewissen Theilen einen mehr thierischen Typus annimmt. Jedenfalls gehören so stark entwickelte Temporallinien nicht zu den häufigen Erscheinungen, an russischen Schädeln sind sie mir nur in einem Falle vorgekommen, ebenso stark wie bei den Ainos finde ich sie an drei Burjaten, an einem Mandshu, an zwei Maoris und ausserdem an den Schädeln sowohl der früheren, jetzt ausgestorbenen, als auch der gegenwärtig existirenden Bewohner der Mariannen. Die in meinem Besitze befindlichen Schädel von Japanern, Koreanern und Giljaken besitzen ohne Ausnahme mässig entwickelte und nur bis zu den Tubera reichende Temporallinien.

---

finden sich 31 Schädel mit getheiltem Wangenbein, dieselben gehören wahrscheinlich fast ausschliesslich Individuen russischer Nationalität an und sind aus einer Collektion von vielen Tausenden nicht registrirter Schädel ausgewählt, in Folge dessen Procente zu ziehen unmöglich ist; der grösste Theil dieser Schädel ist von W. Gruber in den oben angeführten Schriften beschrieben. Die Häufigkeit des Vorkommens der persistenten Ritze basire ich auf eine Sammlung von 416 Schädeln unzweifelhaft russischer Nationalität, welche, ohne zu irgend einem Zwecke speciell ausgewählt zu sein, der anthropologischen Abtheilung des genannten Museums angehört.

In direktem Zusammenhange mit der grossen Ausbildung des Gebisses steht ohne Zweifel das regelmässige Fehlen der *Fossae caninae* und die Weite der die Gesichtsknochen durchziehenden Kanäle und Oeffnungen.

In Bezug auf die so bemerkbare Einfachheit der drei Hauptnähte des Hirnschädels, eine Einfachheit, die oft bis zur Harmonie geht, kann ich nur das eben über die *Lineae temporales* Gesagte wiederholen. So charakteristisch auch das Aussehen besonders der Coronalis und des vorderen Drittels der Sagittalis am Ainoschädel ist, eine spezielle Bedeutung als Stammunterschied kann dasselbe nicht beanspruchen. Eben solche Nähte bemerke ich an den Schädeln von Tschuktschen, Japanern, Chinesen, Maoris und Bewohnern der Mariannen. Auch die Seltenheit von Worm'schen Knochen bildet keine exclusive Eigenthümlichkeit der Ainos, sie wiederholt sich an allen den eben genannten anderen Stämmen und steht in direkter Abhängigkeit von der Einfachheit der Naht. In Bezug auf die Japaner muss ich jedoch bemerken, dass bei ihnen wenigstens in der *Sutura lambdoidea* das Vorkommen von Schaltknochen zu den häufigen Erscheinungen gehört.

Charakteristisch speziell für die Ainos scheint mir die Form und Entwickelung der *Squama occipitalis*; zwei Eigenschaften derselben: die Abplattung des oberen Drittels bis zur Spina und die von der Spina unter scharfem Winkel anfangenden, basalgewendeten und ungemein langgestreckten beiden vorderen Drittel sind mir, soweit ich Rassenschädel durchmustern konnte, in dieser Form und Häufigkeit nicht vorgekommen. Unter allen meinen Schädeln fand sich eine ähnliche Bildung der Occipitalschuppe nur an einem Maori, an zwei Schädeln von den Mariannen und an einem der 4 Japaner; bei den beiden erstgenannten Stämmen ist jedoch der basale Theil viel kürzer, am Japaner ist zwar die Formation sehr ähnlich, da jedoch die drei übrigen Schädel dieses Stammes ein fast regelmässig gerundetes Occipitale darbieten, so kann sie an dem einen vielleicht eine zufällige Erscheinung sein. Bei allen übrigen von mir untersuchten Mongolen ist die Squama convex und der Uebergang des occipitalen in den basalen Theil vollzieht sich ganz allmählich.

Prof. Kopernitzky machte in seiner Abhandlung vom Jahre 1881[1]) zuerst auf eine Eigenthümlichkeit der Ainoschädel aufmerksam, welcher er die Benennung «posthume Resection des Hinterhauptsloches» beilegte; dieselbe Beobachtung wiederholte sich bei der Untersuchung der im Jahre 1886[2]) von ihm publicirten Schädel. Die Resection besteht darin, dass am Hinterhauptsloche seitliche oder hintere Partien, seltener Theile der Condylen ausgesägt oder ausgeschnitten sind, in Folge dessen die Oeffnung selbst grössere Dimensionen annimmt. Ausnahmsweise finden sich ähnliche Resectionen auch am Rande der Augenhöhlenöffnung und in der Augenhöhle selbst. Im *Foramen magnum* kamen solche Defecte unter 20 Schädeln an 11 vor. Kopernitzky spricht sich kategorisch gegen den Ursprung der Resectionen in Folge des Abnagens der Ränder durch Thiere und überhaupt in Folge irgend welcher Zufälligkeiten aus und glaubt, da die Ainos erwiesenermaassen ihre Todten nicht

1) Kopernitzky. l. c., p. 37.

2) Kopernitzky. l. c., p. 38.

anrühren, dass die Verletzungen vielleicht von Giljaken, Orotschen u. s. w. herrühren mögen, welche die ausgeschnittenen Knochenstücke zum Zwecke irgend welcher Zauberkünste oder einer noch unbekannten mystischen Heilmethode benutzen. Prof. Virchow[1]) besitzt einen Ainoschädel aus Yesso, den eines Golde und zwei Schädel aus Platiko bei Münchenberg, welche sämmtlich ähnliche Resectionen des *Foramen magnum* aufweisen. Gestützt auf den Umstand, dass fast alle Schädel mit Resection des *Foramen magnum* die Defecte mit überwiegend querer Richtung des längsten Durchmessers besitzen, spricht Prof. Virchow die Vermuthung aus, dass der Tod der Individuen durch einen scharfen Stoss oder Hieb von hinten her erfolgt sein könne. Nach seiner Meinung scheint ausserdem noch die Möglichkeit vorzuliegen, dass vielleicht unbekannte Thäter die Köpfe der Todten abtrennten in Folge einer abergläubischen Vorstellung, dass auf solche Weise Enthauptete nicht mehr umgehen können und jedes schädlichen Einflusses auf die Lebenden beraubt sind (Vampyrglaube).

In Bezug auf die Ainos von Yesso ist durch die Beobachtungen von v. Siebold[2]) und Joest[3]) zu Genüge constatirt, dass eine post mortem Resection des Hinterhauptsloches nicht zu ihren Gebräuchen gehört und dass sie im Gegentheil sich fürchten ihre Todten zu beunruhigen — sogar von denselben zu sprechen. Durch die Angaben von Dobrotworsky[4]) und mündliche Mittheilungen von Dr. Tropin, welcher lange Zeit als Arzt unter diesem Stamme auf Sachalin lebte, sind wir in Stand gesetzt, auch für die Ainos auf Sachalin die Möglichkeit irgend welcher Manipulationen an der Leiche zu verwerfen. Ausserdem ist überhaupt nichts darüber bekannt, ob z. B. die Giljaken und andere Eingeborene sich früher menschlicher Knochenstücke zum Zwecke von Amulets, Zaubereien oder Heilskünsten bedient haben, dass sie das wenigstens gegenwärtig nicht mehr thun, ist unzweifelhaft. Alle diese Angaben würden nicht zu Gunsten der Voraussetzungen von Kopernitzky und Virchow sprechen und wenigstens ich halte die folgende, jedenfalls einfachere Erklärung dieses sonderbaren Umstandes für die glaubhaftere. Unter den von mir untersuchten Schädeln fanden sich ebenfalls mehrere mit Knochenschnitten an den Rändern des *Foramen magnum*. Vor einiger Zeit erhielt ich von Dr. Tropin zwei Ainoschädel, von welchen bei dem einen, einem jungen Individuum angehörenden, die Schädelhöhle völlig leer und ausgeräumt war, während dieselbe Höhle des anderen sich noch ganz mit Erde und Wurzeln angefüllt erwies. An dem schon auf Sachalin offenbar beim Ausgraben gereinigten Schädel fanden sich deutliche Spuren von Resectionen des Hinterhauptsloches, welche offenbar in Folge von Messerschnitten entstanden waren. Es kostete eine ziemliche Mühe den zweiten, völlig intacten und noch mit

1) Virchow. Ainos- und prähistorische Schädel mit Occipitalverletzungen. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 1882, p. 227.

2) von Siebold. Ethnologische Studien über die Ainos auf der Insel Yesso. Zeitschrift für Ethnologie. Berlin, 1881, Supplement.

3) Joest. Die Ainos auf der Insel Yesso. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie etc. Berlin, 1882, p. 187.

4) Добротворскій. a. Извѣстія Сибирскаго Отд. Географическаго Общества. 1870, № 2 и 3.

b. Записки врачей гор. Казани. 1873.

c. Извѣстія и Уч. Записки Импер. Казанскаго Университета. 1875, № 2, 3, 6.

Erde gefüllten Schädel von seinem Inhalte zu befreien, da die Erde, von zahlreichen Wurzeln durchflochten, einen festen und schwer zu zerkleinernden Ballen bildete; wollte man diese Operation mit einem Messer machen, so wäre es leicht möglich, dass bei der überhaupt weichen Beschaffenheit des Schädels Stücke vom Rande des Hinterhauptsloches abgeschnitten würden. Offenbar sind beim Ausgraben der Schädel an Ort und Stelle, je nach der Bodenbeschaffenheit, viele mit Erde und Wurzeln derartig gefüllt, dass der Finder bei Mangel anderer tauglichen Instrumente zum Messer greift, um durch Umwenden der Klinge desselben in der Schädelhöhle den fremden Inhalt zu zerkleinern, dass dabei jedenfalls nicht mit besonderer Vorsicht verfahren wird und leicht Stücke vom Rande der Oeffnung abgeschnitten werden können, liegt auf der Hand, zumal wenn man bedenkt, dass ein Schädel, der lange in feuchter Erde gelegen, eine ziemlich weiche Consistenz besitzt. Kopernitzky fand Spuren von Sägeschnitten, dieses würde nur beweisen, dass man sich in diesem Falle statt des Messers einer primitiven, aus einem Zinkstreifen verfertigten Säge bedient hat.

Eine jedenfalls sehr charakteristische Eigenthümlichkeit der Ainoschädel besteht in dem häufigen Vorkommen eines stark ausgebildeten, sagittalen *Torus palatinus*. Unter 61 von Kopernitzky und mir untersuchten Schädeln fand sich dieser Torus stark ausgebildet an 22 (36%), wobei ein Geschlechtsunterschied nicht zu bemerken war. Eine solche Häufigkeit des Auftretens dieser Anomalie in einer so ausgebildeten Form ist, soviel mir bekannt, bei keinem anderen Stamme zu bemerken. Bei einer Durchmusterung der mir zur Verfügung stehenden Rassenschädel ergab sich ein mehr oder weniger gut ausgebildeter *Torus palatinus* in folgenden Verhältnissen:

416 Russen	an 7
54 Finnen	an 3
12 Tataren	an 2.

Ein schwacher Torus fand sich an einem Mandshu, dagegen liess sich an den Japanern, Giljaken oder an den sonst so kolossal ausgebildeten Schädeln von Burjaten auch nicht die geringste Spur desselben nachweisen.

Schlussfolgerungen.

Im Vorhergehenden habe ich den Versuch gemacht, einen Vergleich der physischen Eigenschaften der Schädel der Ainos mit denen anderer ihnen benachbarter mongolischer Völkerschaften zu ziehen. Als Resultat ergab sich, dass die Ainos im Schädelbau wenig Aehnlichkeiten mit Mongolen besitzen und dass sie sich von ihren nächsten Nachbarn sowohl den Giljaken, als auch den Japanern durch viele in die Augen fallende Merkmale unterscheiden.

Da man das Recht hat, den Schädel zu den wichtigsten anthropologischen Unterscheidungsmitteln zu rechnen, so wirft sich von selbst die Frage auf, welcher Rasse überhaupt dieses Volk zuzuzählen wäre. Eine Antwort auf diese Frage finden wir in dem klassischen Werke L. v. Schrenck's[1]) über die Völker des Amurlandes. Gestützt auf die physischen Eigenschaften der Ainos, auf ihren Verbreitungsbezirk, auf ihre wenn auch sehr mangelhaft bekannte Geschichte und auf ihre Sprache, spricht der genannte Forscher die Meinung aus, dass dieselben, ebenso wie die Giljaken und Andere, zu den nord- oder nordostasiatischen Randvölkern zu rechnen sind, welche als palaeasiatische Stämme in früherer Zeit andere Wohnsitze inne hatten und aus diesen durch nachdrängende mongolische Stämme allmählich theils gegen die Küste von Asien, theils auf die dem Continente zunächst liegenden Inseln verschoben wurden. Die eben angeführte Ansicht eines Autors, welcher die Möglichkeit hatte, sich persönlich mit den Völkern bekannt zu machen, deren Anthropologie und Ethnographie er beschreibt, hat so viel Bestechendes und ist so wichtig und so wahrscheinlich, dass sie eine dominirende Stellung in der Literatur einnehmen muss, und Kopernitzky, welcher die meiste Gelegenheit hatte, sich ein Urtheil über die physische Beschaffenheit wenigstens der Schädel der Ainos zu bilden, nimmt die Stellung, welche v. Schrenck den Letzteren giebt, unbedingt an. Wenn ich mir erlaube hier eine andere Hypothese in Form einer Vermuthung über den Ursprung der Ainos aufzustellen, so stütze ich mich dabei einzig und allein auf meine craniologischen Untersuchungen, die, wenn auch an einem ohne Zweifel sehr ungenügenden und sehr lückenhaften Material vorgenommen, mir doch einige Fingerzeige gaben, die Lösung der Frage auf eine andere Weise zu versuchen. Vergleicht man die Schädel sämmtlicher die Ainos umgrenzenden Völker mit denen des uns interessirenden Stammes, so muss man eingestehen, dass, sogar abgesehen von allen Messungen, schon die allgemeine Form und der Bau der Schädel dieser Mongolen jede direkten verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Ainos in Frage stellt. Die, so zu sagen, grazilen Schädel der Giljaken und Japaner, die schwachen und fast runden Schädel der Koreaner und Orotschen, die kolossal ausgebildeten, aber ebenfalls runden der Burjaten und Andere sind zu charakteristisch, um mit den Ainos auf eine Stufe gestellt zu werden. Verfolgt man jedoch die Schädelformen südlich von Japan, vergleicht man mit den Ainos die Bewohner der Mariannen (besonders die gegenwärtig ausgestorbenen), der Philippinen, die Maoris und Andere, mit einem Worte malayische Stämme, so muss man eingestehen, dass an den Schädeln dieser Völker sich viele Anhaltspunkte ergeben, die eine gewisse Identificirung mit den Ainos möglich machen. Es erscheinen von Neuem dolichocephale Schädelformen oder mesocephale, hart an der Grenze der Dolichocephalie stehende, das Gesicht ist breit und flach, die Kiefer sind stark ausgebildet, die Hauptnähte des Hirnschädels sind von einfacher Construction, die Schläfenlinien reichen weit an den Scheitel hinauf, der vertikale abgeflachte Theil des Occipitale geht unter scharfem Winkel in den basalen über, es findet sich das zweigetheilte Jochbein oder wenig-

1) v. Schrenck, l. c. p. 246 u. f.

stens persistente Ritzen, mit einem Worte, man bemerkt eine Masse von Analogien, die mit Ausnahme des *Torus palatinus* stark an die Schädel der Ainos erinnern. Wäre es in Folge dieser Aehnlichkeiten nicht möglich anzunehmen, dass auf den Inseln längs der Ostküste von Asien von Borneo bis Kamtschatka ursprünglich eine dolichocephale Rasse lebte, welche, durch vom Continente vorstossende mongolische Stämme auseinandergesprengt, theilweise verschwand, theilweise mongolisirt wurde, wie z. B. die Japaner, theilweise, wie die Ainos, ihre Existenz bis jetzt behauptet? Diese eben ausgesprochene Vermuthung, welche ich ausschliesslich auf craniologische Vergleichung basire, steht übrigens nicht vereinzelt da, zu demselben Schlusse, wenn auch auf andere Weise, kam schon Vivien de Saint-Martin[1]). Ich kann nicht umhin, die hierher gehörige Stelle aus der Arbeit von L. v. Schrenck in extenso zu citiren, sie lautet folgendermaassen. «Die Ainos bilden eine besondere Rasse, welche ursprünglich die gesammte grosse Inselwelt Asiens von Sumatra bis nach den Philippinen bewohnte, und deren Abkömmlinge sich noch jetzt im Inneren dieser Inseln finden, wie die Batta von Sumatra, die Dayak von Borneo, die Tagalen von Luçon, die Bizaya von Mindanao u. dgl. m. Diese weisse Rasse, mit ungefähr, wenn nicht ganz kaukasischen Zügen, hatte geographisch ihren Sitz zwischen den gelblichen Stämmen Ostasiens einerseits und den schwarzen Völkern Südwest-Oceaniens andererseits. Die sie jetzt auf jenen Inseln umgebende malayische Rasse sieht Vivien de Saint-Martin nur als eine in sehr alter Zeit durch Vermischung gelber, asiatischer Völker mit derselben entstandene hybride Form an. Hatte man nun die Existenz einer von den Malayen ganz verschiedenen Rasse auf den grossen ostasiatischen Inseln schon längst erkannt, so wies Vivien de Saint-Martin zuerst darauf hin, dass sie keineswegs auf dieselben beschränkt sei, sondern sich von dort aus nach zwei Richtungen weithin verzweigt habe. Die eine Verzweigung ging nach Osten über die ganze Inselwelt Polynesiens, die andere erstreckte sich nach Norden, über alle den Ostrand Asiens begleitenden Inseln, von Formosa bis nach Kamtschatka. Da somit diese Rasse nur auf Inseln wohnt, und über Inseln sich ausgebreitet hat, so nennt Vivien sie die oceanische Rasse. Ihr nördlicher Zweig umfasst nach ihm auch die Ainos. Namentlich sieht er einen Beweis dafür in der starken Entwickelung bei ihnen des Bart- und übrigen Haarwuchses, wodurch sie von den bartlosen Chinesen, Mandshu und übrigen mongolischen Völkern scharf abstechen und hingegen den Dayak und anderen ähnlichen Völkern des ostasiatischen Archipels verwandt erscheinen».

Hält man die Ainos für ein palaeasiatisches Randvolk im Sinne L. v. Schrenck's oder rechnet man sie zu einer besonderen Rasse im Sinne von Vivien de Saint-Martin, sicher ist, dass der ursprüngliche Schädeltypus dieses Stammes ein dolichocephaler war, und dass man das Auftreten von mesocephalen Schädeln unter ihnen der Mischung mit mongolischen mesocephalen und brachycephalen Elementen zuschreiben kann. Die Ainos wiederholen in

1) Vivien de Saint-Martin. L'année géographique, IX et X ann. (1870—1871). Paris 1872. p. 93—97.—citirt bei v. Schrenck l. c. p. 254.

dieser Beziehung eine schon längst auch in Europa gemachte Beobachtung, dass der ursprünglich dolichocephale Typus, welchen man mit Recht einen Urtypus nennen kann, im Laufe der Zeit durch Mischung mit fremdem Blute in einen mesocephalen, sogar brachycephalen übergehen kann, wobei die frühere Schädelform je nach der Stärke der Mischung entweder dominirend bleibt, oder schliesslich nur noch in vereinzelten Exemplaren auftritt. Die Ainos, wie sie uns gegenwärtig entgegentreten, sind nicht mehr ein reiner Stamm, weder auf Yesso, noch auf Sachalin, nur ist es schwer zu sagen, auf welcher Insel dieselben stärker gemischt sind, da die Anzahl der Schädel von Yesso eine noch zu unzureichende ist. In dem speziellen Theile meiner Arbeit machte ich darauf aufmerksam, dass man bei der Durchmusterung der Schädel von Sachalin zwei Formen unterscheiden kann, von welchen ich die eine als die ursprüngliche, die andere als die Mischform bestimmte. Die erstere näher zu beschreiben, halte ich für überflüssig, weil ich in diesem Falle nichts Anderes als die allgemeine Charakteristik der Ainoschädel wiederholen müsste. Um die zweite, bei weitem weniger zahlreiche, welche ich als die Mischform ansehe, zu kennzeichnen, erlaube ich mir, ohne irgend welche Mittelwerthe zu ziehen, folgende Tabelle aufzustellen. Unter 40 Schädeln war die Mischform anzumerken an 13 (die Nummern sind im speziellen Theile angegeben) unter ihnen befinden sich:

den Schädel-Indices nach:	dolichocephale	= 4
	mesocephale	= 9
	hypsocephale	= 7
	orthocephale	= 6
dem Nasenindex nach:	leptorhine	= 4
	mesorhine	= 5
	platyrhine	= 4
dem Augenhöhlenindex nach:	mikroseme	= 2
	mesoseme	= 4
	megaseme	= 7
dem Gesichtsindex nach:	chamaeprosope	= 7
	leptoprosope	= 3
dem Gesichtswinkel nach:	prognathe	= 2
	mesognathe	= 7
	orthognathe	= 4.

Fügt man zu dieser Tabelle noch hinzu, dass ohne Ausnahme alle diese Schädel sich durch einen gut entwickelten vertikalen Theil der Stirn auszeichnen und — was ich für einen sehr wichtigen Umstand halte — dass bei allen die grösste Schädelbreite den interjugalen Durchmesser übertrifft, und zwar oft in einem bedeutenden Grade, so denke ich, dass durch diese Angaben ein annähernd treffendes Bild der Mischform geliefert ist. Ich glaube,

dass diese Form fast ausschliesslich einer Mischung mit Japanern zuzuschreiben ist, die hypso-mesocephale Form des Hirnschädels, die Form der Stirn und besonders die megasemen Augenhöhlen, deren ursprüngliche rechteckige Form in eine mehr rundliche übergeht, können zum Beweise angeführt werden. Von Interesse ist, dass der Schädel durch die Mischung, so zu sagen, edlere Formen annimmt, der Gesichtswinkel wird mehr orthognath, die Stirn tritt weiter hervor und die Gesichtsbreite verkleinert sich zu Gunsten der Breite des Hirnschädels. Es ist selbstverständlich, dass zwischen den ursprünglichen typischen Ainoschädeln und der stark ausgesprochenen Mischform eine grosse Masse Uebergänge vorkommen müssen, und dass auch an der Mischform rückschlägig sich viele Kennzeichen des typischen Ainoschädels finden werden, man darf eben nicht vergessen, dass der, wenn auch mit japanischem Blute gemischte Aino, wenigstens auf Sachalin, immer noch Aino bleibt.

Zum Schlusse meiner Arbeit muss ich mein Bedauern aussprechen, dass ich aus nicht von mir abhängenden Gründen verhindert war, Abbildungen der von mir untersuchten Schädel zu geben, das Wort und die Zahl durch ein naturgetreues Bild in des rechte Licht zu setzen, halte auch ich für ein wichtiges Erforderniss jeder anthropologischen Arbeit.

TAB

Männlich

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
№	№	Alter.	Inhalt.	Gewicht.	Länge № 1.	Länge № 2.	Grösste Breite.	Geringste Breite.	Mastoid. Breite.	Parietale Breite.	Frontale Breite.	Verticale Höhe № 1.	Verticale Höhe № 2.	Grösste Höhe.	Umfang.	Querbogen.	Längsbogen.	Frontalbogen.	Parietalbogen.	Occipitalbogen.	Länge der vorderen Hälfte.	Länge der hinteren Hälfte.	For. magn. bis zur Nasenwurzel.	For. magn. bis Max. sup.	Foramen s Winkel.	Foramen s Länge.
1	64	alt	1320	710	179	179	134	92	128	130	52	138	126	138	510	313	357	123	123	111	94	90	108	108	22	37
2	773	alt	1434	942	192	197	138	92	122	136	56	137	136	137	540	325	392	140	133	119	100	104	110	105	9	34
3	489	alt	1320	585	176	176	130	90	124	126	56	134	130	134	500	320	358	125	119	114	90	101	106	102	—	—
4	491	alt	1504	775	188	188	141	90	131	136	52	140	138	140	540	325	385	130	120	135	97	109	106	106	19	36
5	492	mittelalt	1474	943	198	200	138	100	134	128	58	136	132	140	557	322	385	130	128	127	104	107	114	116	14	40
6	493	mittelalt	1662	575	187	188	139	98	132	134	52	138	139	141	535	340	388	140	125	123	100	100	104	100	16	39
7	494	mittelalt	1450	695	186	187	138	96	126	130	54	134	136	135	526	325	386	135	123	128	105	97	106	105	13	33
8	501	alt	1554	710	191	191	140	100	131	126	56	140	140	140	542	322	399	140	135	124	99	103	110	100	10	34
9	503	mittelalt	1333	660	182	182	130	94	121	121	46	135	123	135	515	330	360	123	120	117	98	100	107	110	15	36
10	504	mittelalt	1306	730	184	184	135	94	132	120	51	137	124	137	530	310	372	130	—	—	95	103	108	110	22	34
11	506	mittelalt	1550	650	184	186	138	96	126	136	62	133	128	133	529	327	378	140	118	120	98	97	103	112	15	34
12	509	mittelalt	1606	860	192	192	140	96	131	134	57	143	144	143	550	331	395	135	130	130	98	106	108	106	9	36
13	510	mittelalt	1294	825	186	186	138	92	130	132	54	137	130	137	528	325	370	130	113	127	101	105	110	102	19	34
14	511	alt	1472	620	188	188	140	96	135	136	54	138	134	138	530	326	377	130	120	127	93	108	108	103	11	38
15	512	mittelalt	1252	905	175	176	134	86	127	130	50	132	132	132	500	325	368	120	122	124	91	100	100	102	5	28
16	513	mittelalt	1550	722	184	184	140	89	130	128	50	134	136	136	535	337	380	130	125	135	93	111	102	110	4	32
17	515	mittelalt	1370	580	180	180	140	94	128	128	58	127	136	129	520	325	375	125	120	130	100	99	104	109	0	34
18	516	mittelalt	1404	675	180	180	139	92	132	128	50	134	126	134	522	322	358	123	118	117	94	103	107	104	16	33
19	519	mittelalt	1388	865	187	188	131	92	124	128	54	133	136	136	521	330	382	130	125	127	104	102	102	106	6	31
20	520	mittelalt	1470	836	190	192	140	94	132	136	56	140	132	140	535	330	373	130	120	123	97	103	114	115	20	37
21	521	alt	1364	775	182	182	140	91	131	136	54	131	132	132	528	320	367	130	115	122	97	101	104	106	6	33
22	523	alt	1370	570	185	185	137	91	128	130	52	132	128	132	525	312	360	120	120	120	101	97	108	110	10	35
23	524	alt	1465	815	184	184	142	94	127	140	60	144	142	144	528	335	391	135	130	126	103	97	106	100	15	32
			1431	740	185	186	137	93	129	131	54	135	133	136	528	325	376	130	123	124	98	102	107	106	13	34

LE I.

inosschädel.

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Gesicht.		Zygomaticalbreite,	Augenhöhle.		Nase.		Breite der Nasenwurzel.	Oberkiefer.		Unterkiefer.				Aeste.		Breitenindex.	Höhenindex.	Breitenbreitenindex.	Breitenhöhenindex.	Lageindex.	Naseindex.	Augenhöhlenindex.	For. magn.-index.	Gesichtsindex.	Nasenwinkel.	Gesichtswinkel (Broca).	Gesichtswinkel (Ihering).
Länge.	Breite.		Höhe.	Breite.	Länge.	Breite.		Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Höhe.	Winkel.	Höhe.	Breite.												
126	120	138	34	41	50	26	20	71	63	185	100	45	131	69	43	75,2	77,1	68,6	102	X–XI	52,0	82,9	81,1	91,8	136	71	82
122	111	131	35	40	51	26	22	75	63	190	100	35	117	73	41	71,8	71,3	66,6	99,2	X	50,9	87,5	88,2	93,1	129	77	90
105	116	131	30	40	50	24	22	61	53	200	100	34	123	59	37	73,8	76,1	69,2	103	IX–X	48,0	75,0	—	80,1	118	69	89
122	113	134	35	40	54	25	19	70	64	195	97	36	123	70	38	75,0	74,4	63,8	99,2	XI-XII	46,3	87,5	77,7	91,0	147	71	85
130	132	148	36	44	54	26	24	76	60	205	97	35	120	69	42	69,6	68,8	72,4	98,5	X	48,1	81,8	77,5	87,8	135	71	85
130	116	132	36	40	52	24	21	69	61	—	—	34	138	58	35	74,3	73,8	70,5	99,2	XI	46,1	90,0	76,9	98,4	144	79	92
115	116	136	37	41	52	26	24	68	64	205	98	35	123	55	41	75,8	73,6	69,5	97,1	IX–X	50,0	90,2	78,7	84,5	152	75	88
100	120	138	32	42	50	25	22	65	57	190	107	22	129	61	38	73,3	73,3	71,4	100	X	50,0	76,2	85,3	72,4	141	75	91
114	114	126	36	43	47	25	23	64	61	130	90	35	123	61	39	71,9	74,1	72,3	103,8	X–XI	53,2	83,7	86,1	90,4	156	71	81
126	118	139	34	41	52	25	20	72	62	190	107	38	115	68	39	73,3	74,4	69,6	101,4	X–XI	48,0	82,9	85,3	90,6	126	72	83
119	115	134	34	37	48	26	23	68	66	190	91	40	130	58	42	75,0	72,2	69,5	96,3	X	54,1	91,9	94,1	88,8	130	76	81
127	119	136	35	42	53	27	20	74	62	200	102	37	125	68	40	72,9	74,5	68,5	102,1	X–XI	50,9	83,3	83,3	93,3	137	75	87
106	116	133	35	39	49	26	24	62	59	200	103	32	122	60	40	74,2	73,6	66,6	99,2	X	53,0	89,7	82,4	79,7	147	75	90
112	—	136	35	41	52	27	24	65	—	190	104	29	124	65	41	74,4	73,4	68,5	98,5	IX–X	51,9	85,3	79,0	82,3	137	75	85
107	110	126	32	37	45	23	19	61	59	180	90	32	118	62	40	76,5	75,4	64,1	98,5	X	51,9	86,5	96,4	84,9	145	75	84
112	115	134	32	39	49	26	20	65	66	185	98	31	125	56	38	76,0	72,8	63,5	95,7	X	53,0	82,0	90,6	83,5	143	71	83
123	121	140	37	40	52	25	24	74	63	185	97	35	124	67	38	77,7	70,5	67,1	90,7	IX–X	48,0	92,5	100,0	87,8	155	78	86
123	118	136	35	39	51	25	22	71	65	185	102	34	124	67	35	77,2	74,4	66,1	96,4	IX–X	49,0	89,7	93,9	90,4	137	75	85
124	111	128	35	41	48	25	21	73	64	185	91	38	126	63	36	70,0	71,1	70,2	101,5	IX–X	52,0	85,3	93,5	96,8	143	74	86
125	119	—	35	40	52	26	22	68	72	200	109	41	118	75	41	73,6	73,6	67,1	100,0	IX–X	50,0	87,5	86,4	—	142	74	85
111	120	134	33	39	52	26	24	67	—	190	93	34	121	61	39	76,9	71,9	65,0	93,5	X	50,0	84,6	90,9	82,8	147	74	88
118	117	143	40	43	52	27	19	71	—	210	104	27	124	60	41	74,0	71,3	66,4	96,4	IX–X	51,9	93,0	82,8	82,5	134	69	84
123	118	137	36	41	53	29	21	72	—	200	112	41	119	69	42	77,1	78,2	66,2	101,4	X–XI	54,7	87,8	90,6	89,7	146	77	92
118	117	135	34	40	51	26	22	69	63	190	99	35	123	64	39	74,5	72,9	67,8	98,5	X	50,9	85,0	85,3	87,4	140	74	86

TABELE I.

Männliche Ainosschädel.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
№	№	Alter.	Inhalt.	Gewicht.	Länge № 1.	Länge № 2.	Grösste Breite.	Geringste Breite.	Mastoid. Breite.	Parietale Breite.	Frontale Breite.	Verticale Höhe № 1.	Verticale Höhe № 2.	Grösste Höhe.	Umfang.	Querbogen.	Längsbogen.	Frontalbogen.	Parietalbogen.	Occipitalbogen.	Länge der vorderen Hälfte.	Länge der hinteren Hälfte.	For. magn. bis zur Nasenwurzel.	For. magn. bis Max. sup.	Foramen magnum Winkel.	Foramen magnum Länge.	Foramen magnum Breite.
1	64	alt	1320	710	179	179	134	92	128	130	52	138	126	138	510	313	357	123	123	111	94	90	108	108	22	37	30
2	773	alt	1434	942	192	197	138	92	122	136	56	137	136	137	540	325	392	140	133	119	100	104	110	105	9	34	30
3	489	alt	1320	585	176	176	130	90	124	126	56	134	130	134	500	320	358	125	119	114	90	101	106	102	—	—	—
4	491	alt	1504	775	188	188	141	90	131	136	52	140	138	140	540	325	385	130	120	135	97	109	106	106	19	36	28
5	492	mittelalt	1474	943	198	200	138	100	134	128	58	136	132	140	557	322	385	130	128	127	104	107	114	116	14	40	31
6	493	mittelalt	1662	575	187	188	139	98	132	134	52	138	139	141	535	340	388	140	125	123	100	100	104	100	16	39	30
7	494	mittelalt	1450	695	186	187	138	96	126	130	54	134	136	135	526	325	386	135	123	128	105	97	106	105	13	33	26
8	501	alt	1554	710	191	191	140	100	131	126	56	140	140	140	542	322	399	140	135	124	99	103	110	100	10	34	29
9	503	mittelalt	1333	660	182	182	130	94	121	121	46	135	123	135	515	330	360	123	120	117	98	100	107	110	15	36	31
10	504	mittelalt	1306	730	184	184	135	94	132	120	51	137	124	137	530	310	372	130	—	—	95	103	108	110	22	34	29
11	506	mittelalt	1550	650	184	186	138	96	126	136	62	133	128	133	529	327	378	140	118	120	98	97	103	112	15	34	32
12	509	mittelalt	1606	860	192	192	140	96	131	134	57	143	144	143	550	331	395	135	130	130	98	106	108	106	9	36	30
13	510	mittelalt	1294	825	186	186	138	92	130	132	54	137	130	137	528	325	370	130	113	127	101	105	110	102	19	34	28
14	511	alt	1472	620	188	188	140	96	135	136	54	138	134	138	530	326	377	130	120	127	93	108	108	103	11	38	30
15	512	mittelalt	1252	905	175	176	134	86	127	130	50	132	132	132	500	325	368	120	122	124	91	100	100	102	5	28	27
16	513	mittelalt	1550	722	184	184	140	89	130	128	50	134	136	136	535	337	380	130	125	135	93	111	102	110	4	32	29
17	515	mittelalt	1370	580	180	180	140	94	128	128	58	127	136	129	520	325	375	125	120	130	100	99	104	109	0	34	34
18	516	mittelalt	1404	675	180	180	139	92	132	128	50	134	126	134	522	322	368	123	118	117	94	103	107	104	16	33	31
19	519	mittelalt	1388	865	187	188	131	92	124	128	54	133	136	136	521	330	382	130	125	127	104	102	102	106	6	31	29
20	520	mittelalt	1470	836	190	192	140	94	132	136	56	140	132	140	535	330	378	130	120	123	97	103	114	115	20	37	32
21	521	alt	1364	775	182	182	140	91	131	136	54	131	132	132	528	320	367	130	115	122	97	101	104	106	6	33	30
22	523	alt	1370	570	185	185	137	91	128	130	52	132	128	132	525	312	360	120	120	120	101	97	108	110	10	35	29
23	524	alt	1465	815	184	184	142	94	127	140	60	144	142	144	528	335	391	135	130	126	103	97	106	100	15	32	29
			1431	740	185	186	137	93	129	131	54	135	133	136	528	325	376	130	123	124	98	102	107	106	13	34	29

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Gesicht.			Augenhöhle.		Nase.			Oberkiefer.		Unterkiefer.				Aeste.													
Länge.	Breite.	Zygomaticalbreite.	Höhe.	Breite.	Länge.	Breite.	Breite der Nasenwurzel.	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Höhe.	Winkel.	Höhe.	Breite.	Breitenindex.	Höhenindex.	Breitenbreitenindex.	Breitenhöhenindex.	Lagenindex.	Nasenindex.	Augenhöhlenindex.	For. magn.-Index.	Gesichtsindex.	Nasenwinkel.	Gesichtswinkel (Virchow).	Gesichtswinkel (Jhering).
126	120	138	34	41	50	26	20	71	63	185	100	45	131	69	43	75,2	77,1	68,6	102	X–XI	52,0	82,9	81,1	91,8	136	71	82
122	111	131	35	40	51	26	22	75	63	190	100	35	117	73	41	71,8	71,3	66,6	99,2	X	50,9	87,5	88,2	93,1	129	77	90
105	116	131	30	40	50	24	22	61	53	200	100	34	123	59	37	73,8	76,1	69,2	103	IX–X	48,0	75,0	—	80,1	118	69	89
122	113	134	35	40	54	25	19	70	64	195	97	36	123	70	38	75,0	74,4	63,8	99,2	XI-XII	46,3	87,5	77,7	91,0	147	71	85
130	132	148	36	44	54	26	24	76	60	205	97	35	120	69	42	69,6	68,8	72,4	98,5	X	48,1	81,8	77,5	87,8	135	71	85
130	116	132	36	40	52	24	21	69	61	—	—	34	138	58	35	74,3	73,8	70,5	99,2	XI	46,1	90,0	76,9	98,4	144	79	92
115	116	136	37	41	52	26	24	68	64	205	98	35	123	55	41	75,8	73,6	69,5	97,1	IX–X	50,0	90,2	78,7	84,5	152	75	88
100	120	138	32	42	50	25	22	65	57	190	107	22	129	61	38	73,3	73,3	71,4	100	X	50,0	76,2	85,3	72,4	141	75	91
114	114	126	36	43	47	25	23	64	61	130	90	35	123	61	39	71,9	74,1	72,3	103,8	X–XI	53,2	83,7	86,1	90,4	156	71	81
126	118	139	34	41	52	25	20	72	62	190	107	38	115	68	39	73,3	74,4	69,6	101,4	X–XI	48,0	82,9	85,3	90,6	126	72	83
119	115	134	34	37	48	26	23	68	66	190	91	40	130	58	42	75,0	72,2	69,5	96,3	X	54,1	91,9	94,1	88,8	130	76	81
127	119	136	35	42	53	27	20	74	62	200	102	37	125	68	40	72,9	74,5	68,5	102,1	X–XI	50,9	88,3	83,3	93,3	137	75	87
106	116	133	35	39	49	26	24	62	59	200	103	32	122	60	40	74,2	73,6	66,6	99,2	X	53,0	89,7	82,4	79,7	147	75	90
112	—	136	35	41	52	27	24	65	—	190	104	29	124	65	41	74,4	73,4	68,5	98,5	IX–X	51,9	85,3	79,0	82,3	137	75	85
107	110	126	32	37	45	23	19	61	59	180	90	32	118	62	40	76,5	75,4	64,1	98,5	X	51,9	86,5	96,4	84,9	145	75	84
112	115	134	32	39	49	26	20	65	66	185	98	31	125	56	38	76,0	72,8	63,5	95,7	X	53,0	82,0	90,6	83,5	143	71	83
123	121	140	37	40	52	25	24	74	63	185	97	35	124	67	38	77,7	70,5	67,1	90,7	IX–X	48,0	92,5	100,0	87,8	155	78	86
123	118	136	35	39	51	25	22	71	65	185	102	34	124	67	35	77,2	74,4	66,1	96,4	IX–X	49,0	89,7	93,9	90,4	137	75	85
124	111	128	35	41	48	25	21	73	64	185	91	38	126	63	36	70,0	71,1	70,2	101,5	IX–X	52,0	85,3	93,5	96,3	143	74	86
125	119	—	35	40	52	26	22	68	72	200	109	41	118	75	41	73,6	73,6	67,1	100,0	IX–X	50,0	87,5	86,4	—	142	74	85
111	120	134	33	39	52	26	24	67	—	190	93	34	121	61	39	76,9	71,9	65,0	93,6	X	50,0	84,6	90,9	82,8	147	74	88
118	117	143	40	43	52	27	19	71	—	210	104	27	124	60	41	74,0	71,3	66,4	96,4	IX–X	51,9	93,0	82,8	82,5	134	69	84
123	118	137	36	41	53	29	21	72	—	200	112	41	119	69	42	77,1	78,2	66,2	101,4	X–XI	54,7	87,8	90,6	89,7	146	77	92
118	117	135	34	40	51	26	22	69	63	190	99	35	123	64	39	74,5	72,9	67,8	98,5	X	50,9	85,0	85,3	87,4	140	74	86

TAB

Weibliche und kindlic

Weiblic

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
№	№	Alter.	Inhalt.	Gewicht.	Länge № 1.	Länge № 2.	Grösste Breite.	Geringste Breite.	Mastoid. Breite.	Parietale Breite.	Frontale Breite.	Verticale Höhe № 1.	Verticale Höhe № 2.	Grösste Höhe.	Umfang.	Querbogen.	Längsbogen.	Frontalbogen.	Parietalbogen.	Occipitalbogen.	Länge der vorderen Hälfte.	Länge der hinteren Hälfte.	For. magn. bis zur Nasenwurzel.	For. magn. bis Max. sup.	Foramen: Winkel.	Foramen: Varia
24	495	mittelalt	1229	670	171	171	136	86	122	132	54	128	128	128	500	315	350	125	118	107	89	99	96	98	14	34
25	496	mittelalt	1289	600	177	177	133	90	116	132	53	129	126	130	508	312	357	120	120	117	92	99	100	105	15	33
26	497	mittelalt	1128	580	168	168	123	89	115	122	50	128	126	128	480	295	340	120	110	110	90	88	98	106	13	32
27	498	mittelalt	1226	675	178	178	130	90	119	122	50	127	121	127	503	310	358	128	115	115	89	101	98	98	16	35
28	499	mittelalt	1390	660	176	176	130	91	124	128	51	134	130	134	505	320	375	128	126	121	90	102	96	97	17	32
29	500	alt	1286	650	180	180	130	90	118	127	50	137	130	137	508	323	367	129	107	131	80	105	103	94	17	30
30	502	mittelalt	1316	510	174	174	136	88	123	128	49	136	133	136	510	320	365	132	110	123	90	100	99	94	10	35
31	505	jung	1212	665	174	174	134	90	124	130	50	126	123	126	505	302	348	120	115	113	95	96	99	102	13	36
32	508	jung	1562	532	181	181	141	88	124	140	61	130	133	133	525	337	390	140	117	133	89	106	94	92	2	33
33	507	jung	1392	525	174	174	135	87	123	132	50	131	134	134	495	322	—	135	120	—	83	100	89	92	—	—
34	517	mittelalt	1410	590	177	177	139	90	127	134	46	133	132	133	517	323	365	120	122	123	91	107	99	102	12	36
35	518	alt	1440	690	180	180	142	92	128	138	57	138	128	138	526	337	363	130	118	115	99	98	106	100	18	33
36	525	alt	1416	540	180	182	137	90	124	137	58	130	135	135	517	322	370	123	130	117	88	105	88	84	14	35
			1331	606	176	176	134	89	122	131	52	131	129	132	507	318	362	127	117	119	90	100	97	97	13	34

Kindlic

37	514	8—9 J.	1298	382	168	168	130	84	118	123	48	130	128	130	485	310	345	125	120	100	85	101	94	86	13	35
38	522	9 J.	1130	405	164	164	131	80	118	130	52	118	123	123	470	290	340	110	116	114	76	97	82	80	5	32
			1214	393	166	166	131	82	118	126	50	124	125	126	477	300	342	117	118	107	80	99	88	83	9	33

Nachtrag zu den mä

39	791	alt	1360	935	186	188	137	91	137	127	56	140	136	140	540	320	379	126	120	133	96	102	110	107	15	33
40	792	18—20 J.	1392	465	174	174	139	96	128	128	54	133	—	134	515	335	350	121	123	106	96	95	103	110	—	—

LE II.

inoschädel und Nachtrag.

noschädel.

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Gesicht.		Zygomaticalbreite.	Augenhöhle.		Nase.		Breite der Nasenwurzel.	Oberkiefer.		Unterkiefer.				Aeste.		Breitenindex.	Höhenindex.	Breitenbreitenindex.	Breitenhöhenindex.	Lageindex.	Nasenindex.	Augenhöhlenindex.	For. magn.-index.	Gesichtsindex.	Nasenwinkel.	Gesichtswinkel (Broca).	Gesichtswinkel (Ihering).
Länge.	Breite.		Höhe.	Breite.	Länge.	Breite.		Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Höhe.	Winkel.	Höhe.	Breite.												
102	110	132	34	39	47	23	18	63	60	175	89	28	134	54	40	80,0	75,4	63,2	94,1	XI	48,9	87,1	79,4	77,2	150	77	85
102	112	128	32	39	46	24	18	66	57	180	85	30	119	59	42	75,1	72,8	67,6	97,0	X–XI	52,1	82,0	90,9	79,6	134	74	81
—	107	124	33	38	50	24	20	71	65	—	—	—	—	—	—	73,3	76,2	72,3	104,0	X–XI	48,0	86,8	84,3	—	140	68	75
112	106	—	34	38	48	24	22	61	60	190	90	30	120	59	40	73,0	71,3	69,2	97,7	IX–X	50,0	89,4	77,1	—	130	78	85
108	—	—	34	36	46	24	21	65	64	180	90	31	122	60	35	73,8	76,1	70,0	103,0	X	52,1	94,4	81,2	—	145	76	82
110	111	126	34	39	50	23	21	64	53	180	94	38	129	59	34	72,2	76,1	69,2	105,1	IX–X	46,0	87,1	80,0	87,2	140	72	89
103	112	127	35	37	49	24	20	65	58	170	100	32	128	61	35	78,1	78,1	64,7	100,0	X	49,0	94,6	90,9	81,1	160	70	88
111	110	126	35	38	46	23	22	65	63	185	92	33	128	58	39	77,0	72,4	67,1	94,0	IX–X	50,0	92,1	83,3	88,0	155	77	86
112	110	—	36	38	47	25	22	67	58	168	91	27	128	50	35	77,8	71,8	62,4	92,2	IX–X	53,1	94,7	90,9	—	148	82	93
104	97	114	34	38	46	20	20	59	57	160	83	28	129	51	33	77,5	75,2	64,4	97,0	IX	43,4	89,4	—	91,2	148	79	86
124	116	134	35	41	51	25	21	73	66	180	95	36	128	63	36	78,5	75,1	64,7	95,6	IX–X	49,0	85,3	77,7	92,6	145	74	86
—	114	134	32	40	47	30	20	60	52	195	96	—	116	56	39	78,8	76,6	64,0	97,1	IX	63,8	80,0	81,8	—	124	78	90
—	110	127	34	41	49	25	21	—	—	197	100	—	144	51	34	76,1	72,2	65,6	94,8	X	51,0	83,4	80,0	—	142	75	91
108	109	127	34	38	48	25	20	65	59	180	92	31	127	57	37	76,1	74,4	66,5	97,7	IX–X	52,0	89,4	82,3	85,0	143	74	86

inoschädel.

0	96	94	114	35	35	44	18	18	55	57	145	87	23	126	48	31	77,3	77,3	64,6	100,0	VIII–IX	40,9	100,0	82,8	84,2	156	79	92
8	94	90	105	31	33	37	20	17	51	53	114	80	28	127	48	30	79,8	71,9	61,0	90,0	IX	54,0	92,9	90,6	89,5	156	78	86
9	95	92	109	33	34	40	19	17	53	55	129	83	25	126	48	30	78,9	74,7	62,6	95,0	IX	47,5	97,0	87,8	87,1	156	78	89

hen Ainoschädeln.

1	—	114	138	33	42	51	25	21	63	60	—	—	—	—	—	—	73,6	75,2	66,4	102	XI	48,0	78,5	87,9	—	135	71	86
2	—	110	127	32	39	48	26	22	68	62	—	—	—	—	—	—	79,8	76,4	69,0	95,6	X	54,1	82,0	—	—	146	68	84

TABLE II.

Weibliche und kindliche Ainoschädel und Nachtrag.

Weibliche Ainoschädel.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
№	№	Alter.	Inhalt.	Gewicht.	Länge № 1.	Länge № 2.	Grösste Breite.	Geringste Breite.	Mastoid. Breite.	Parietale Breite.	Frontale Breite.	Vertikale Höhe № 1.	Vertikale Höhe № 2.	Grösste Höhe.	Umfang.	Querbogen.	Längsbogen.	Frontalbogen.	Parietalbogen.	Occipitalbogen.	Länge der vorderen Hälfte.	Länge der hinteren Hälfte.	For. magn. bis zur Nasenwurzel.	For. magn. bis Max. sup.	Foramen magnum		
																									Winkel.	Länge.	Breite.
24	495	mittelalt	1229	670	171	171	136	86	122	132	54	128	128	128	500	315	350	125	118	107	89	99	96	98	14	34	2
25	496	mittelalt	1289	600	177	177	133	90	116	132	53	129	126	130	508	312	357	120	120	117	92	99	100	105	15	33	30
26	497	mittelalt	1128	580	168	168	123	89	115	122	50	128	126	128	480	295	340	120	110	110	90	88	98	106	13	32	27
27	498	mittelalt	1226	675	178	178	130	90	119	122	50	127	121	127	503	310	358	128	115	115	89	101	98	98	16	35	27
28	499	mittelalt	1390	660	176	176	130	91	124	128	51	134	130	134	505	320	375	128	126	121	90	102	96	97	17	32	26
29	500	alt	1286	650	180	180	130	90	118	127	50	137	130	137	508	323	367	129	107	131	80	105	103	94	17	35	28
30	502	mittelalt	1316	510	174	174	136	88	123	128	49	136	133	136	510	320	365	132	110	123	90	100	99	94	10	33	30
31	505	jung	1212	665	174	174	134	90	124	130	50	126	123	126	505	302	348	120	115	113	95	96	99	102	13	36	30
32	508	jung	1562	532	181	181	141	88	124	140	61	130	133	133	525	337	390	140	117	133	89	106	94	92	2	33	30
33	507	jung	1392	525	174	174	135	87	123	132	50	131	134	134	495	322	—	135	120	—	83	100	89	92	—	—	—
34	517	mittelalt	1410	590	177	177	139	90	127	134	46	133	132	133	517	323	365	120	122	123	91	107	99	102	12	36	28
35	518	alt	1440	690	180	180	142	92	128	138	57	138	128	138	526	337	363	130	118	115	99	98	106	100	18	33	27
36	525	alt	1416	540	180	182	137	90	124	137	58	130	135	135	517	322	370	123	130	117	88	105	88	84	14	35	28
			1331	606	176	176	134	89	122	131	52	131	129	132	507	318	362	127	117	119	90	100	97	97	13	34	28

Kindliche Ainoschädel.

37	514	8—9 J.	1298	382	168	168	130	84	118	123	48	130	128	130	485	310	345	125	120	100	85	101	94	86	13	35	29
38	522	9 J.	1130	405	164	164	131	80	118	130	52	118	123	123	470	290	340	110	116	114	76	97	82	80	5	32	29
			1214	393	166	166	131	82	118	126	50	124	125	126	477	300	342	117	118	107	80	99	88	83	9	33	29

Nachtrag zu den männlichen Ainoschädeln.

39	791	alt	1360	935	186	188	137	91	137	127	56	140	136	140	540	320	379	126	120	133	96	102	110	107	15	33	29
40	792	18—20 J.	1392	465	174	174	139	96	128	128	54	133	—	134	515	335	360	121	123	106	96	95	103	110	—	—	—

Weibliche Ainoschädel.

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Gesicht.			Zygomaticalbreite.	Augenhöhle.		Nase.		Breite der Nasenwurzel.	Oberkiefer.		Unterkiefer.				Aeste.		Breitenindex.	Höhenindex.	Breitenhöhenindex.	Breitenlängenindex.	Lagenindex.	Nasenindex.	Augenhöhlenindex.	For. magnindex.	Gesichtsindex.	Nasenwinkel.	Gesichtswinkel (Spitzwinkel (Broca).	Gesichtswinkel (Horizontal).
Breite.	Länge.	Breite.		Höhe.	Breite.	Länge.	Breite.		Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Höhe.	Winkel.	Höhe.	Breite.												
39	102	110	132	34	39	47	23	18	63	60	175	89	28	134	54	40	80,0	75,4	63,2	94,1	XI	48,9	87,1	79,4	77,2	150	77	85
40	102	112	128	32	39	46	24	18	66	57	180	85	30	119	59	42	75,1	72,8	67,6	97,0	X–XI	52,1	82,0	90,9	79,6	134	74	81
[illegible]	—	107	124	33	38	50	24	20	71	65	—	—	—	—	—	—	73,3	76,2	72,3	104,0	X–XI	48,0	86,8	84,3	—	140	68	75
34	112	106	—	34	38	48	24	22	61	60	190	90	30	120	59	40	73,0	71,3	69,2	97,7	IX–X	50,0	89,4	77,1	—	130	78	85
42	108	—	—	34	36	46	24	21	65	64	180	90	31	122	60	35	73,8	76,1	70,0	103,0	X	52,1	94,4	81,2	—	145	76	82
40	110	111	126	34	39	50	23	21	64	53	180	94	38	129	59	34	72,2	76,1	69,2	105,1	IX–X	46,0	87,1	80,0	87,2	140	72	89
40	103	112	127	35	37	49	24	20	65	58	170	100	32	128	61	35	78,1	78,1	64,7	100,0	X	49,0	94,6	90,9	81,1	160	70	88
37	111	110	126	35	38	46	23	22	65	63	185	92	33	128	58	39	77,0	72,4	67,1	94,0	IX–X	50,0	92,1	83,3	88,0	155	77	86
36	112	110	—	36	38	47	25	22	67	58	168	91	27	128	50	35	77,8	71,8	62,4	92,2	IX–X	53,1	94,7	90,9	—	148	82	93
31	104	97	114	34	38	46	20	20	59	57	160	83	28	129	51	33	77,5	75,2	64,4	97,0	IX	43,4	89,4	—	91,2	148	79	86
[illegible]	124	116	134	35	41	51	25	21	73	66	180	95	36	128	63	36	78,5	75,1	64,7	95,6	IX–X	49,0	85,3	77,7	92,6	145	74	86
40	—	114	134	32	40	47	30	20	60	52	195	96	—	116	56	39	78,8	76,6	64,0	97,1	IX	63,8	80,0	81,8	—	124	78	90
39	—	110	127	34	41	49	25	21	—	—	197	100	—	144	51	34	76,1	72,2	65,6	94,8	X	51,0	83,4	80,0	—	142	75	91
[illegible]	108	109	127	34	38	48	25	20	65	59	180	92	31	127	57	37	76,1	74,4	66,5	97,7	IX–X	52,0	89,4	82,3	85,0	143	74	86

Kindliche Ainoschädel.

30	96	94	114	35	35	44	18	18	55	57	145	87	23	126	48	31	77,3	77,3	64,6	100,0	VIII–IX	40,9	100,0	82,8	84,2	156	79	92
28	94	90	105	31	33	37	20	17	51	53	114	80	28	127	48	30	79,8	71,9	61,0	90,0	IX	54,0	92,9	90,6	89,5	156	78	86
29	95	92	109	33	34	40	19	17	53	55	129	83	25	126	48	30	78,9	74,7	62,6	95,0	IX	47,5	97,0	87,8	87,1	156	78	89

Nachtrag zu den männlichen Ainoschädeln.

41	—	114	138	33	42	51	25	21	63	60	—	—	—	—	—	—	73,6	75,2	66,4	102	XI	48,0	78,5	87,9	—	135	71	86
32	—	110	127	32	39	48	26	22	68	62	—	—	—	—	—	—	79,8	76,4	69,0	95,6	X	54,1	82,0	—	—	146	68	84

TAF

Messungen von Ainoschädeln au

Autor.	Zahl.	Geschlecht.	Alter.	Inhalt.	Gewicht.	Länge № 1.	Grösste Breite.	Geringste Breite.	Mastoid. Breite.	Parietale Breite.	Frontale Breite.	Verticale Höhe.	Umfang.	Querbogen.	Längsbogen.	Frontalbogen.	Parietalbogen.	Occipitalbogen.	Länge der vorderen Hälfte.	Länge der hinteren Hälfte.	For. magn. bis zur Nasenwurzel.	For. magn. bis Max. sup.	
Busk	1	M.	alt	1685	—	197	142	—	110	—	—	—	549	317	—	133	144	—	—	—	111	—	–
Davis.....	3	M.	mittelalt	1470	—	180	140	—	—	133	—	133	518	—	366	123	121	120	114	108	—	—	–
Doenitz ...	1	M.	alt	1475	—	183	141	—	129	121	—	129	517	—	360	117	120	123	—	—	105	101	–
Anutschin.	2	M.	alt	1585	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Virchow...	4	M.	alt	1442	—	189	143	—	—	—	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Kopernitzky	11	M.	—	1364	606	187	138	—	—	129	—	137	522	300	372	130	121	120	—	—	—	—	3
Davis.....	1	W.	—	—	—	175	132	—	—	124	—	137	497	—	355	127	116	111	—	—	—	—	–
Kennedy...	1	W.	9 Jahre	496	—	162	127	—	—	—	—	134	476	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Anutschin.	1	W.	alt	1380	—	181	141	—	—	—	—	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Virchow...	2	W.	alt	1400	—	183	137	—	—	117	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–
Kopernitzky	9	W.	—	1214	558	175	131	—	—	122	—	129	495	290	356	123	116	116	—	—	—	—	3

LE III.

rund literärischer Angaben.

Gesicht.		Zygomaticalbreite.	Augenhöhle.		Nase.		Breite der Nasenwurzel.	Oberkiefer.		Unterkiefer.				Aeste.		Breitenindex.	Höhenindex.	Breitenbreitenindex.	Breitenhöhenindex.	Nasenindex.	Augenhöhlenindex.	For. magn.-index.	Gesichtsindex.	Gesichtswinkel.	Gesichtswinkel (Ihering).
Länge.	Breite.		Höhe.	Breite.	Länge.	Breite.		Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Höhe.	Winkel.	Höhe.	Breite.										
—	122	143	32	39	51	26	26	—	66	—	—	—	—	—	—	72,0	72,0	—	100	50,9	82,0	—	—	85	—
—	—	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77,6	74,0	—	—	—	—	—	—	—	—
134	—	144	—	—	—	23	30	80	65	—	110	—	—	—	—	77,0	70,4	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	80,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	50	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76,0	73,1	—	96,6	52,7	—	—	—	—	—
—	109	133	34	40	50	26	22	70	61	92	93	33	127	58	—	73,8	73,5	—	—	50,2	86,7	81,7	91,5	—	—
—	—	129	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75,3	78,2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78,1	82,8	—	—	—	—	—	—	—	—
—	128	139	36	42	—	—	22	—	—	—	—	39	130	—	—	77,9	71,8	—	—	48,1	84,7	—	—	—	—
—	—	132	34	39	50	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74,9	75,5	—	100	48,2	86,1	—	69	—	—
—	105	126	32	38	47	24	21	63	55	87	92	31	126	53	—	74,6	73,8	—	—	52,3	85,0	84,8	88,7	—	—

TABLE III.

Messungen von Ainoschädeln auf Grund literärischer Angaben.

Autor.	Zahl.	Geschlecht.	Alter.	Inhalt.	Gewicht.	Länge № 1.	Grösste Breite.	Geringste Breite.	Mastoid. Breite.	Parietale Breite.	Frontale Breite.	Verticale Höhe.	Umfang.	Querbogen.	Längsbogen.	Frontalbogen.	Parietalbogen.	Occipitalbogen.	Länge der vorderen Hälfte.	Länge der hinteren Hälfte.	For. magn. bis zur Nasenwurzel.	For. magn. bis Max. sup.	For. magn. Länge.	Gesicht. Länge.	Gesicht. Breite.	Zygomaticalbreite.	Augenhöhle. Höhe.	Augenhöhle. Breite.	Nase. Länge.	Nase. Breite.	Breite der Nasenwurzel.	Oberkiefer. Länge.	Oberkiefer. Breite.	Unterkiefer. Länge.	Unterkiefer. Breite.	Unterkiefer. Höhe.	Unterkiefer. Winkel.	Aeste. Höhe.	Aeste. Breite.	Breitenindex.	Höhenindex.	Breitenlängenindex.	Breitenhöhenindex.	Nasenindex.	Augenhöhlenindex.	For. magn.-index.	Gesichtsindex.	Gesichtswinkel.	Gesichtswinkel (Jacquard).
Busk	1	M.	alt	1685	—	197	142	—	110	—	—	—	549	317	—	133	144	—	—	—	111	—	—	—	122	143	32	39	51	26	26	—	66	—	—	—	—	—	—	72,0	72,0	—	100	50,9	82,0	—	—	85	—
Davis.....	3	M.	mittelalt	1470	—	180	140	—	—	133	—	133	518	—	366	123	121	120	114	108	—	—	—	—	—	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77,6	74,0	—	—	—	—	—	—	—	—
Doenitz ...	1	M.	alt	1475	—	183	141	—	129	121	—	129	517	—	360	117	120	123	—	—	105	101	—	—	—	134	—	144	—	—	—	23	30	80	65	—	110	—	—	—	77,0	70,4	—	—	—	—	—	—	—	—
Anutschin.	2	M.	alt	1585	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	80,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Virchow...	4	M.	alt	1442	—	189	143	—	—	—	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	26	—	—	—	—	—	—	—	—	76,0	73,1	—	96,6	52,7	—	—	—	—	—
Kopernitzky	11	M.	—	1364	606	187	138	—	—	129	—	137	522	300	372	130	121	120	—	—	—	—	36	8	—	109	133	34	40	50	26	22	70	61	92	93	33	127	58	—	73,8	73,5	—	—	50,2	86,7	81,7	91,5	—	—
Davis.....	1	W.	—	—	—	175	132	—	—	124	—	137	497	—	355	127	116	111	—	—	—	—	—	—	—	—	129	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75,3	78,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Kennedy...	1	W.	9 Jahre	496	—	162	127	—	—	—	—	134	476	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78,1	82,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Anutschin.	1	W.	alt	1380	—	181	141	—	—	—	—	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128	139	36	42	—	—	22	—	—	—	—	39	130	—	—	77,9	71,8	—	—	48,1	84,7	—	—	—	—
Virchow...	2	W.	alt	1400	—	183	137	—	—	117	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132	34	39	50	24	—	—	—	—	—	—	—	—	74,9	75,5	—	100	48,2	86,1	—	69	—	—
Kopernitzky	9	W.	—	1214	558	175	131	—	—	122	—	129	495	290	356	123	116	116	—	—	—	—	32	27	—	105	126	32	38	47	24	21	63	55	87	92	31	126	53	—	74,6	73,8	—	—	52,3	85,0	84,8	88,7	—	—

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01769 5735